



جامعة مؤتة

عمادة الدراسات العليا

أثر البيوت البلاستيكية في ترشيد استهلاك المياه

إعداد الطالب

طارق محمد الغنميين

إشراف

الأستاذ الدكتور ساري سواقد

رسالة مقدمة إلى عمادة الدراسات العليا

استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة

الماجستير في الجغرافيا/ قسم الجغرافيا

جامعة مؤتة، 2007

بسم الله الرحمن الرحيم



MUTAH UNIVERSITY
Deanship of Graduate Studies

جامعة مؤتة
عمادة الدراسات العليا

نموذج رقم (14)

إجازة رسالة جامعية

تقرر إجازة الرسالة المقدمة من الطالب طارق محمد الغنميين الموسومة بـ:

أثر البيوت البلاستيكية في ترشيد استهلاك المياه
استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الجغرافيا.
القسم: الجغرافيا.

التوقيع	التاريخ	
أ.د. إبراهيم مطيع العرود	2007/5/6	مشرفاً ورئيساً
د. محمد جميل القرالة	2007/5/6	عضواً
د. عاطف ياسين المحادين	2007/5/6	عضواً
د. نعيم زياد همزاهرة	2007/5/6	عضواً

عميد الدراسات العليا
أ.د. حسام الدين المبيضين



الإهداء

إلى روح والدي الطاهرة والى والدتي براء وإحسانا ، إلى زوجتي حبا
وإخلاصا، إلى إخوتي وأخواتي ودا واحتراما .

طارق محمد الغميين

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي وفقني لإتمام هذا العمل المتواضع، متيناً أن تتحقق من خلاله الفائدة المرجوة. ويسعدني أن أتقدم بالشكر الجزيل مقروناً بالثناء والتقدير للأستاذ الدكتور إبراهيم العرود الذي علمني وساعدني لأنهل من بعض علمه، لأتعلم الأسلوب العلمي في البحث، ولأكمل هذا العمل ليكون لي نقطة انطلاق. كما يسرني ان اشكر الدكتور نعيم مزاهرة على جهده معي . كما أتقدم بالشكر من أعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بمناقشتي بهذه الرسالة.

طارق محمد الغميين

فهرس المحتويات

الصفحة	المحتوى
أ	الإهداء
ب	الشكر والتقدير
ج	فهرس المحتويات
و	قائمة الجداول
ز	قائمة الأشكال
ل	المخلص باللغة العربية
م	المخلص باللغة الانجليزية
1	الفصل الأول: خلفية الدراسة ومشكلتها
2	1.1 مقدمة
3	2.1 مشكلة الدراسة
3	3.1 أهداف الدراسة
4	4.1 أهمية الدراسة
5	الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة
5	1.2 الإطار النظري
5	1.1.2 المفاهيم
5	1.1.1.2 التبخر
6	2.1.1.2 النتح
7	3.1.1.2 التبخرنتح
9	4.1.1.2 التبخرنتح الفعلي
9	5.1.1.2 التبخرنتح الكامن
9	2.1.2 العوامل المؤثرة على التبخر والنتح
9	1.2.1.2 عوامل جوية
10	2.2.1.2 عوامل التربة والمياه
10	3.2.1.2 عوامل النباتات

11	4.2.1.2 الإدارة والظروف البيئية
11	3.1.2 تقدير التبخرنتح
12	1.3.1.2 أجهزة تقدير التبخر
13	4.1.2 طرق تقدير التبخرنتح
13	1.4.1.2 الطرق المباشرة لتقدير التبخرنتح
14	2.4.1.2 الطرق غير المباشرة لتقدير التبخرنتح
15	5.1.2 أنواع البيوت المغطاة
15	1.5.1.2 البيوت الزجاجية
15	2.5.1.2 البيوت البلاستيكية
16	6.1.2 فوائد الزراعة المحمية (المغطاة)
16	7.1.2 تجهيز البيوت البلاستيكية
17	1.7.1.2 المواد والانشاءات
19	8.1.2 طرق الري داخل البيوت البلاستيكية
20	9.1.2 التبخر والتهوية من البيوت الزجاجية والبلاستيكية
21	10.1.2 دوران الهواء داخل البيوت البلاستيكية
22	2.2 الدراسات السابقة
22	1.2.2 الدراسات الاجنبية
25	2.2.2 الدراسات العربية
28	الفصل الثالث: المنهجية
28	1.3 منطقة الدراسة
29	2.3 قياس العناصر المناخية
35	3.3 موازنة الطاقة داخل وخارج البيت البلاستيكي
37	الفصل الرابع: عرض النتائج
37	1.4 منطقة الربة
37	1.1.4 العناصر الجوية
59	2.4 منطقة ديرعلا

59

1.2.4 العناصر الجوية

71

الفصل الخامس: الخاتمة والتوصيات

71

1.5 الخاتمة

74

المراجع

قائمة الجداول

الصفحة	عنوانه	رقم الجدول
24	المحصول وموسم الزراعة وطول الفترة الزمنية للموسم بالأيام والتبخرنتح المرجعي ETo ملم والتبخرنتح ET ملم للمحاصيل (الشمام،فاصوليا، فلفل حلو، بطيخ) زرعت داخل بيت بلاستيكي في (الميريا)	1

قائمة الأشكال

الرقم	عنوانه	الصفحة
1	تقدير النتح داخل كيس بلاستيكي	6
2	عملية التبخرنتح، التبخر من سطح التربة والنتح من النباتات	8
3	بيوت بلاستيكية ويظهر بالصورة الهيكل والبلاستيك المستخدم لتغطية البيت	18
4	دورة الهواء داخل بيت بلاستيكي مغلق بالنسبة إلى الرياح بالخارج	22
5	بيت بلاستيكي استخدم لإجراء الدراسة في منطقة الربة	29
6	البيت البلاستيكي الذي وضع بداخله حوض التبخر A و جهاز (Data) logger لقياس العناصر الجوية.	30
7	جهاز الانيموميتر ومؤشر الرياح في محطة الأرصاد الجوية في الربة	31
8	حوض التبخر Class A pan المستخدم في الدراسة	32
9	موازنة الطاقة والمادة للبيت البلاستيكي	39
10	صافي الإشعاع مقاسا كل نصف ساعة خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة 20/7/2006-26/7/2006	40
11	لصافي الإشعاع مقاسا كل نصف ساعة داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربة خلال فترة مختارة من 21/6/2006-17/7/2006	41
12	مسار تغير قيم صافي الإشعاع خلال يوم كامل مقاسا كل نصف ساعة داخل البيت البلاستيكي وخارجة في منطقة الربة	42
13	التبخر نتح مع صافي الإشعاع ليوم واحد 22/6/2006 داخل بيت بلاستيكي في منطقة الربة	43
14	التبخرنتح مع صافي الإشعاع ليوم واحد 20/6/2007 خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة	43
15	سرعة الرياح على ارتفاع 1.9 & 3.25م في منطقة الربة خارج بيت بلاستيكي	44
16	علاقة التبخر نتح مضروبا في 10 مع الرياح خارج البيت البلاستيكي	45
17	التغير الساعي لقيم التبخرنتح مضروبة ب10 مع سرعة الرياح	45
18	درجة حرارة الهواء مقاسة كل نصف ساعة في منطقة الربة خلال الفترة من 2006/6/21 - 2006/7/17 داخل البيت البلاستيكي	46

- 19 47 درجة حرارة الهواء في منطقة الربة خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2006/7/19-2006/7/26م
- 20 47 التغير في درجة الحرارة داخل وخارج بيت بلاستيكي في منطقة الربة خلال الفترة من 1-2006/7/3
- 21 48 التبخر نتح مضروبا في 100 مع درجة الحرارة ليوم 22/6/2006 في منطقة الربة داخل بيت بلاستيكي
- 22 48 التبخر نتح مضروبا في 100 ودرجة الحرارة خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة ليوم واحد 20/7/2006.
- 23 49 درجة الحرارة لساق النبات، وعمق 1cm والهواء على ارتفاع 2m داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربة
- 24 50 درجة الحرارة لساق النبات، وعمق 1cm والهواء على ارتفاع 2m داخل البيت البلاستيكي ليوم واحد
- 25 51 الرطوبة النسبية داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربة خلال الفترة 2006/6/21 - 2006/7/17م
- 26 52 الرطوبة النسبية في منطقة الـ ربة خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2006/7/19-2006/7/26م
- 27 52 الرطوبة النسبية داخل وخارج بيت بلاستيكي في منطقة الربة خلال الفترة 1-2006/7/3
- 28 53 التبخر نتح مضروبا بـ 200 مقابل الرطوبة النسبية ليوم 2006/7/2 في منطقة الربة داخل بيت بلاستيكي
- 29 53 التبخر نتح مضروبا بـ 200 مقابل الرطوبة النسبية خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة ليوم 2006/7/23.
- 30 54 العجز في ضغط بخار الماء خلال الفترة من 2006/6/21-2006/7/17 خارج البيت البلاستيكي
- 31 55 العجز في ضغط بخار الماء مع التبخر نتح ليوم 2006/7/20 خارج البيت البلاستيكي
- 32 55 العلاقة بين العجز في ضغط بخار الماء الاشباعي ودرجة الحرارة على ارتفاع 2m خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة
- 33 56 تدفق الطاقة الأرضي خلال الفترة 2006/6/21-2006/7/17م
- 34 56 التغير في درجة الحرارة ليوم واحد 2006/6/22م على اعماق

- 10&5&1 سم في منطقة الربة داخل البيت البلاستيكي مقاسة كل
نصف ساعة
- 57 35 تدفق الطاقة الأرضية ليوم واحد 2006/6/22م في منطقة الربة داخل
بيت بلاستيكي
- 59 36 التبخر نتح مقابل تدفق الطاقة الأرضية داخل بيت بلاستيكي في منطقة
الربة ليوم واحد كل نصف ساعة
- 59 37 التبخر نتح داخل البيت البلاستيكي محسوبا كل نصف ساعة خلال
الفترة من 2006/6/21-2006/7/17م
- 60 38 التبخر مقدر كل نصف ساعة في منطقة الربة خلال الفترة من
2006/7/20-2006/7/26م خارج البيت البلاستيكي.
- 60 39 التبخر نتح اليومي المحسوب من خلال معادلة بنمان -مونتيث في منطقة
الربة داخل البيت البلاستيكي وخارجة خلال الفترة من 2006/6/22-
2006/7/26م
- 61 40 التبخر نتح المحسوب من خلال معادلة بنمان -مونتيث كل نصف ساعة
داخل وخارج بيت بلاستيكي في منطقة الربة ليوم واحد.
- 61 41 التبخر نتح المقدر من خلال حوض التبخر والمحسوب من خلال معادلة
بنمان-مونتيث داخل البيت البلاستيكي
- 62 42 التبخر نتح اليومي المقدر من خلال حوض التبخر والمحسوب من خلال
معادلة بنمان-مونتيث خارج البيت البلاستيكي
- 63 43 التبخر نتح المقدر من خلال حوض التبخر داخل وخارج البيت
البلاستيكي
- 64 44 الإشعاع الشمسي داخل البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال
الفترة من 2007/2/1-2007/3/13
- 65 45 التبخر نتح مضروبا ب 500مقابل الإشعاع الشمسي مقاسا كل ساعة
ليوم واحد 2007/2/1 داخل البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا
- 65 46 الإشعاع الشمسي في منطقة ديرعلا خارج البيت البلاستيكي خلال
الفترة من 2007/2/9-2007/3/13
- 66 47-1 صافي الإشعاع مقابل ا لتبخر نتح الساعي ليوم 2007/3/2 خلال
ساعات النهار خارج البيت البلاستيكي
- 66 47-ب التبخر نتح مقابل صافي الإشعاع الساعي ليوم 2007/3/2 خارج بيت

	بلاستيكي	
67	سرعة الرياح في منطقة ديرعلا خلال الفترة من 2007/2/9 -	48
	2007/3/13	
67	التغير الساعي للتبخرنتح مقابل سرعة الرياح ليوم 2007/3/2 في	49
	منطقة ديرعلا	
68	الدورة اليومية لدرجة حرارة الهواء في منطقة ديرعلا داخل البيت	50
	البلاستيكي خلال الفترة من 2007/2/9 - 2007/3/13	
68	التبخرنتح مضروبا في 100 مقابل درجة الحرارة ليوم واحد	51
	2007/2/10 داخل بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا	
69	المعدل اليومي لدرجة حرارة الهواء خارج البيت البلاستيكي في	52
	منطقة ديرعلا خلال الفترة من 2007/2/9 - 2007/3/13	
69	التبخرنتح اليومي مقابل درجة الحرارة العظمى خلال الفترة من	53
	2007/2/9 - 2007/3/13 خارج البيت البلاستيكي	
70	التبخرنتح الساعي مقابل درجة الحرارة خلال النهار ليوم 2007/3/2	54
	خارج البيت البلاستيكي	
70	الرطوبة النسبية داخل بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة	55
	من 2007/2/1 - 2007/3/13	
71	التبخرنتح مضروبا ب 100 مقابل الرطوبة النسبية ليوم واحد	56
	2007/2/1 داخل بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا	
71	الرطوبة النسبية خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة	57
	2007/2/9 - 2007/3/13	
72	الرطوبة النسبية مقابل التبخرنتح اليومي خلال الفترة من 2007/2/9 -	58
	2007/3/13 خارج البيت البلاستيكي	
72	الرطوبة النسبية مقابل التبخرنتح الساعي ليوم 2007/3/2 خارج البيت	59
	البلاستيكي	
73	العجز في ضغط بخار الماء الاشباعي خارج البيت البلاستيكي خلال	60
	الفترة من 2007/3/1 - 2007/3/22	
73	التغير كل نصف ساعة في قيم التبخرنتح مقابل العجز في ضغط بخار	61
	الماء الاشباعي خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا	
74	التبخرنتح مقدر ا كل ساعة داخل بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا من	62

- 2007/3/13-2007/2/9
- 74 التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة من 63
- 2007/3/13-2007/2/9
- 75 التبخرنتح داخل وخارج بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة 64
- من 2007/3/13-2007/2/9

المخلص

اثر البيوت البلاستيكية في ترشيد استهلاك المياه

طارق محمد الغميين

جامعة مؤتة، 2007

هدفت الدراسة إلى إجراء قياسات حقلية للعناصر المناخية التي تشتمل سرعة الرياح، الإشعاع الشمسي، درجة حرارة الهواء، الرطوبة النسبية، تحت ظروف بيت بلاستيكي وفي منطقة مجاورة مكشوفة، من اجل معرفة كمية التبخرنتح المقدرة من خلال حوض التبخر Class A pan والمحسوبة من خلال معادلة بنمان- مونتيث داخل وخارج بيت بلاستيكي، وبالتالي معرفة نسبة المياه العذبة التي يمكن توفيرها باستخدام البيوت البلاستيكية. أجريت الدراسة في منطقة الربة في محافظة الكرك، حوالي 120 كم جنوب العاصمة عمان خلال الفترة 2006/6/21- 2006/7/25 وفي منطقة ديرعلا التي تنخفض 223م تحت مستوى سطح البحر خلال الفترة من 2007/2/9-2007/3/13، استخدم للحصول على القراءات اللازمة للعناصر الجوية جهاز Delta logger بحيث سجلت القراءات كل نصف ساعة داخل وخارج البيت البلاستيكي

في منطقة الربة كانت كمية التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي 4.2 ملم/يوم من خلال استخدام معادلة بنمان- مونتيث و 4.4 ملم/يوم باستخدام حوض التبخر. وكانت كمية التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي 8.5 ملم/يوم عند استخدام معادلة بنمان- مونتيث، و 8 ملم/يوم عند استخدام حوض التبخر. بلغت كمية التبخرنتح المحسوبة داخل البيت البلاستيكي حوالي 49% من كمية التبخرنتح المحسوبة خارج البيت البلاستيكي. وفي منطقة ديرعلا بلغ معدل التبخرنتح المحسوب من خلال معادلة بنمان- مونتيث 2.5mm/day في حين كانت 2.9mm/day في الحقل المكشوف، وشكل التبخرنتح المتاح داخل البيت البلاستيكي 86% من كمية التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي خلال موسم الزراعة الشتوية.

Abstract

The effect of green house to available fresh water

Tariq. M. Elghonmieen

Mu'tah University/2007

The dissertation aimed to field measurement for climate element, includes wind speed, solar radiation, air temperature, relative humidity inside green house and into uncovered neighborhood area. In order to know the evapotranspiration estimated through out evaporation Class A pan. That was calculated through out Benman-Monteth equation Inside and outside green house to know the fresh water average that could be available by using greenhouses. The study was made in Alraba area in Al Kark, about 120km southern Amman during 21/Jun/2006-25th/July/2006. In Dair Ala area which low about 220m under sea level. During the period 9/feb/2007-13th/march/2007. Delta logger was used to get meteorological data as data was taken every half an hour inside and outside greenhouse.

In Alraba area the evapotranspiration amount inside the green house was 4.2mm/day through out using Benman-Monteth equation and 4.4mm/day through out evaporation pan

The evapotranspiration amount out side green house was 8.5mm/day when using Benman-Monteth equation. And 8mm/day when using evaporation pan.

The calculated evapotranspiration amount in side the greenhouse about 49% from the calculated evapotranspiration out side green house. In Dirala area the calculated evapotranspiration rate throughout Benman-Monteth equation was 2.5mm/day. Where as it was 2.9mm/day into the uncovered field. The available evapotranspiration inside the greenhouse 84% from evapotranspiration amount out side green house through winter agriculture season

الفصل الأول خلفية الدراسة ومشكلتها

1.1 مقدمة

قال تعالى "جعلنا من الماء كل شيء حي" صدق الله العظيم (الأنبياء، الآية رقم 30)

يُعد الماء في الوقت الحاضر مصدراً شحيحاً في بقاع عديدة من العالم، بحيث أن الاحتياجات المائية يصعب تلبيتها بسهولة في كثير من الدول، ويعود الفرق المائي للأسباب التالية: (1) الزيادة المضطردة في أعداد السكان . (2) تزايد مساحات الأراضي الزراعية وبالتالي كميات المياه المطلوبة، وتزايد مجالات الاحتياجات المائية الزراعية والصناعية والسياحية والتجارية والمنزلية. (3) تحسن مستوى المعيشة. (4) تذبذب سقوط الأمطار. (5) تزايد تلوث مصادر المياه.

تزداد المشكلات المائية يوماً بعد يوم خاصة في المناطق الجافة المدارية وشبه المدارية التي تضررت بفعل الزراعة كثيراً جراء شح المياه . وتستحوذ الزراعة على حوالي 70% من المياه المتاحة في العالم و 80% من المياه المتاحة في الدول النامية (Prinz,2000). بالمقارنة بين قطاع الزراعة والمجالات الأخرى (المنزلية، الصناعية والتعدين) فإن القطاع الزراعي أكثرها استهلاكاً للماء. علماً أن مخرجات وحدة المياه من الزراعة الأقل قيمة بين القطاعات الاقتصادية الأخرى. وفي ظل تزايد الحاجة إلى الغذاء يوماً بعد يوم ، فإن ذلك يستلزم كميات مياه أكبر للري (Agarwal , 2001).

ويعاني الأردن من ندرة المصادر المائية حيث أن 90% من مساحته تستقبل معدل أمطار يقل عن 200 ملم / سنة، ويصل التبخر السنوي في بعض المناطق إلى أكثر من 2000 ملم/سنة. وتتفاقم مشكلة الندرة المائية مع التزايد السكاني ونتيجة لتزايد الطلب على المياه لتلبية الاحتياجات المنزلية والصناعية والزراعية ولا تقتصر مشكلة المياه في الأردن على الندرة وإنما تمتد إلى نوعية المياه والتي تتدهور وتتحوّل إلى مياه لا تكاد تكون صالحة ويرجع هذا إلى أسباب متعددة أهمها الاستنزاف

الجائوهذا يزيد من أهمية استغلالها بكفاءة عالية . وصل الفرق المائي في الأردن إلى نحو 360 مليون متر مكعب عام 1991 والى 660 مليون متر مكعب عام 2005. يوضح التحدي الكبير الذي ينتظر قطاع الزراعة وعليه فـ ان استراتيجية البحوث الزراعية يجب أن تتركز على زيادة الإنتاجية في ظل الموارد المائية المحدودة وتدني نوعيتها ويشمل ذلك تعظيم الإنتاجية النقدية لوحدة الماء والاستعمال الأمثل للموارد المائية المتاحة من خلال استخدام طرق زراعية مثل البيوت البلاستيكية(14).

استخدمت البيوت لزراعية في الزراعة منذ فترة طويلة . وقد استخدمت في البداية كوسيلة لتعديل المناخ المحلي (microclimatology) وفي الأبحاث المتخصصة (Businger, 1963). إذ أن سماح الزجاج للأشعة الشمسية بالنفاذ ومنعه الإشعاع الحراري من النفاذ من الزجاج يؤدي إلى رفع درجة حرارة الهواء والتربة ضمن هذه البيوت. وقد استخدمت هذه الخاصية في الكثير من الدول الأوروبية لزراعة بعض المحاصيل أو نباتات الزينة مثل الورد لارتفاع قيمتها). ونظرا لارتفاع تكلفة الزجاج، وللثورة التي حصلت في عالم البوليمر، فقد استبدل الزجاج بالبلاستيك الشفاف لأنه يقوم بدور مماثل تماما للزجاج ولسهولة تركيبه وصيانته وانخفاض تكلفته . وقد انتشرت الزراعة بالبيوت البلاستيكية بسرعة نتيجة لعدة أسباب أهمها : (1) تعديل درجة الحرارة، (2) استخدامها للزراعات الكثيفة، (3) ج الخضروات الطازجة في أوقات غير أوقاتها الطبيعية ، (4) لتقليل الفاقد من المياه وزيادة كفاءة استخدامه ، (5) تمثل مناخات أصغرية يمكن التحكم بعناصر المناخ بها، حيث يمثل فاقد المياه من خلال التبخرنتح أقل بنسب مختلفة مما هو عليه في الزراعات المكشوفة، وهو ما يهمننا بشكل مباشر.

إن الحاجة إلى أساليب زراعية كالبيوت البلاستيكية التي تستخدم كميات أقل من المياه وإنتاجيتها النباتية عالية أصبحت ملحّة ومن الملاحظ أن استخدام البيوت البلاستيكية قد ازداد بشكل كبير جدا في الآونة الأخيرة (Enoch,1999; VonEslner et al., 2000). وتنتشر حاليا البيوت البلاستيكية على نطاق واسع في حوض البحر الأبيض المتوسط (Baille et al., 1994., Briassoulis et al,1997).

وقد استحوذ قطاع الزراعة في الأردن عام 1990 على 70% من كميات المياه المتاحة، وانخفضت النسبة الآن لتصل إلى 65%، ويتوقع أن يستمر النقص في نسبة المياه المخصصة لقطاع الزراعة في المستقبل . وازداد استخدام البيوت البلاستيكية في الأردن، فقد ازدادت خلال الفترة من 1990- 2004 من 20613 إلى 34854 بيتا بلاستيكية، أي مانسبته 69%. بلغ عددها في الأغوار في العام 2004 (23779) بيتا أي مانسبته 68% من مجموع البيوت البلاستيكية في المملكة (وزارة الزراعة، 2005).

إذا أخذنا المعدلات المرتفعة للتبخر وقلة المصادر المائية المتاحة بعين الاعتبار، فإنه من الضروري استخدام البيوت البلاستيكية في الزراعة، وتكمن أهمية التوسع في استخدام البيوت البلاستيكية في تقليل الفاقد من خلال التبخر وزيادة كفاءة استخدام المياه.

2.1 مشكلة الدراسة

يعاني الأردن شحا متزايدا في موارد المياه، شأنه في ذلك شأن الكثير من الدول العربية، نتيجة الزيادة المضطردة في الطلب على المياه لازدياد أعداد السكان وزيادة الطلب على المياه من قبل القطاعات الصناعية والسياحية و التجارية والمنزلية لقطاع الزراعي المرتبة الأولى في نسبة المياه المستخدمة . ويهدف البحث لدراسة نسب التوفير في المياه التي تتحقق من خلال استخدام البيوت البلاستيكية مقارنة مع الزراعة في الحقل المكشوف، التي تنتج كميات أقل ضمن نفس المساحة. كما سيتم دراسة المناخ الأصغري ضمن البيوت البلاستيكية والمناطق المكشوفة، وفهم آلية تبديد الطاقة ضمن البيوت البلاستيكية ومقارنتها بالسطوح المكشوفة.

3.1 أهداف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية إلى إجراء قياسات حقلية للعناصر المناخية التي تشمل درجة حرارة الهواء والرطوبة الجوية والتبخر ودرجة حرارة التربة ضمن بيت

بلاستيكي وفي منطقة مجاورة مكشوفة من أجل تقدير الاحتياجات المائية ضمن البيت البلاستيكي مقارنة بما هو في الخارج . كما سيتم الاستعانة بنموذج موازنة الطاقة والمادة (الماء) داخل البيوت البلاستيكية وخارجها لتحقيق الأهداف التالية:
أ. معرفة الاحتياجات المائية الحقلية، داخل البيوت البلاستيكية وخارجها.
ب. دراسة أثر العوامل الجوية المختلفة (الإشعاع، درجة حرارة الهواء، سرعة الرياح، الرطوبة الجوية) على الاستهلاك المائي.
ج. تقدير نسبة المياه العذبة التي يمكن توفيرها باستخدام البيوت البلاستيكية.

4.1 أهمية الدراسة

تأتي أهمية الدراسة بسبب الزيادة الحاصلة في الاحتياجات المائية للمجالات المختلفة: الصناعية والزراعية والسياحية والمنزلية، متزامنة مع تباطؤ في القدرة على توفير المياه، وتلوث مصادرها في الأردن بسبب الضخ الجائر ، كما هو حاصل في الكثير من الأحواض المائية مثل حوض الأزرق ، مع تزايد الطلب على المنتجات الزراعية وما تشكله من ضغط على مصادر المياه، فانه لا بد من التوسع في الزراعات المحملة صوفرة لاستهلاك المياه التي عادة ما تكون إنتاجيتها أكثر كبديل للزراعات المكشوفة ، كما أن البيوت البلاستيكية تزيد من كفاءة استخدام المياه. يضاف لكل ذلك أن النماذج المناخية والرصد السطحي تشير إلى إمكانية كبيرة لحدوث تغير مناخي تتعرض له منطقة شرق البحر المتوسط نتيجة ارتفاع نسبة غازات الدفيئة (ثاني أكسيد الكربون وغازات نزررة أخرى مثل الميثان وأكاسيد النيتروجين) في الغلاف الجوي . وتشير النماذج المناخية إلى أن درجة حرارة الهواء السطحي ستزداد وسينخفض التساقط في شرق البحر الأبيض المتوسط . وسيترتب على هذا التغير المناخي ازدياد التبخر نتج المحتمل وانخفاض كمية المياه السطحية والجوفية المتاحة لكافة الأغراض. لذلك تعد الدراسة الحالية حيوية فيما يتعلق بالخيارات المستقبلية المتاحة المتعلقة بالزراعة المرورية.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

1.2 الإطار النظري

1.1.2 المفاهيم

1.1.1.2 التبخر

يُعرف التبخر على أنه تحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية في درجات حرارة أقل من الغليان . إن معدل سرعة الجزيئات تعتمد على درجة الحرارة التي تمكن بعض الجزيئات من الخروج من سطح السائل على شكل جزيئات غازية (1)، كما يعتمد التبخر على رطوبة التربة وبنيتها وحركة الهواء على السطح (Businger,1963). وكلما خرجت جزيئات الماء من السطح كلما انخفض معدل سرعتها وقلت درجة حرارة السائل أو الوسط وعند استمرار عملية التبخر داخل البيت يصل النظام إلى حالة الإشباع وعندما يصبح عدد جزيئات بخار الماء الخارجة من سطح رطب مساوية لعددها الداخلة فيويكون هناك اتزان (Encarta.,2001).

وعند تبخر الماء من سطح رطب فإن ذلك يؤدي إلى إضافة بخار ماء إلى طبقة الهواء التي تعلو السطح .وعندما تكون الرياح ساكنة فإن الرطوبة النسبية للهواء المجاور للسطح الرطب ترتفع لتراكم بخار الماء ضمن طبقة هوائية مما يزيد من رطوبتها النسبية. الفرق بين ضغط بخار الماء للسطح والهواء الذي يعلوه ويؤدي إلى انخفاض التبخر من السطح. عند وجود رياح نشطة فإنه لا يسمح بتكون هذه الطبقة الرطبة حيث يتم إزالتها باستمرار ليحل محلها هواء جديد جاف وهذا يؤدي إلى استمرار التبخر من السطح (العروء،2002)

وبالإضافة إلى تأثير الرياح في زيادة التبخر خارج البيت البلاستيكي فإن للحرارة دور في زيادة التبخر خاصة داخل البيت البلاستيكي حيث ترتفع درجة الحرارة نتيجة ضعف اختلاط الهواء الموجود داخل البيت الزجاجي بهواء البيئة المجاورة. أثر الإشعاع الحراري في تسخين الهواء داخل البيت الزجاجي فهو قليل نسبياً (العروء،2001) عند سقوط الإشعاع الشمسي على البيت البلاستيكي أو

الزجاجي فإنه يسمح بمرور الإشعاع القصير الموجة بحيث يتم له عمليات امتصاص وانعكاس وتبعثر، (Foukal,1990). ويتم إعادة إشعاع الضوء الممتص على شكل إشعاع طويل الموجة تكون نغذية الزجاج والبلاستيك له ضعيفة .حيث يعمل بخار الماء وثاني أكسيد الكربون على امتصاص الأشعة طويلة الموجة (موسى ،1982)، إن نظام البيوت البلاستيكية نظام شبه مغلق يكون تبادل المادة مع المحيط تقريبا معدوما (Yadao,1994) إلا في حالات إجراء عمليات التهوية الضرورية حيث تقل نسب الرطوبة ويزداد تيار الهواء الذي يعمل على تحفيز التبخر. وهناك ثلاث عوامل يجب توافرها لاستمرار التبخر الكمية من الطاقة تقدر ب 2.45ميجا جول /كغم من الماء عند درجة 15س° 2) ضغط بخار الماء بين سطح التبخر والغلاف الجوي لإزالة البخار من خلال الانتشار أو الحمل أو المزج بينهما (3) توفر سطح رطب أو مائي لاستمرارية التبخر(2).

2.1.1.2 النتح :

يعرف النتح على انه عملية بيولوجية يخرج الماء خلالها من فتحات صغيرة على سطح الورقة تسمى الثغور (Stomata)، وتحتاج النباتات إلى الماء للحفاظ على الضغط الداخلي في الخلية أو النسيج، ويستخدم الماء في نقل العناصر الغذائية داخل النبات، وفي إذابة المواد العضوية والمعدنية والمواد الأولية من التربة للمساعدة في عملية التمثيل الضوئي وفي المحافظة على درجة حرارة النبتة (Encarta, 2001). تعتبر كمية الماء في التربة وقدرة التربة على توصيل الماء إلى الجذور، عوامل مؤثرة في معدل النتح. كذلك فإن معدل النتح يتأثر بخصائص النبات والعوامل



Credit: Ming kei College, Hong Kong

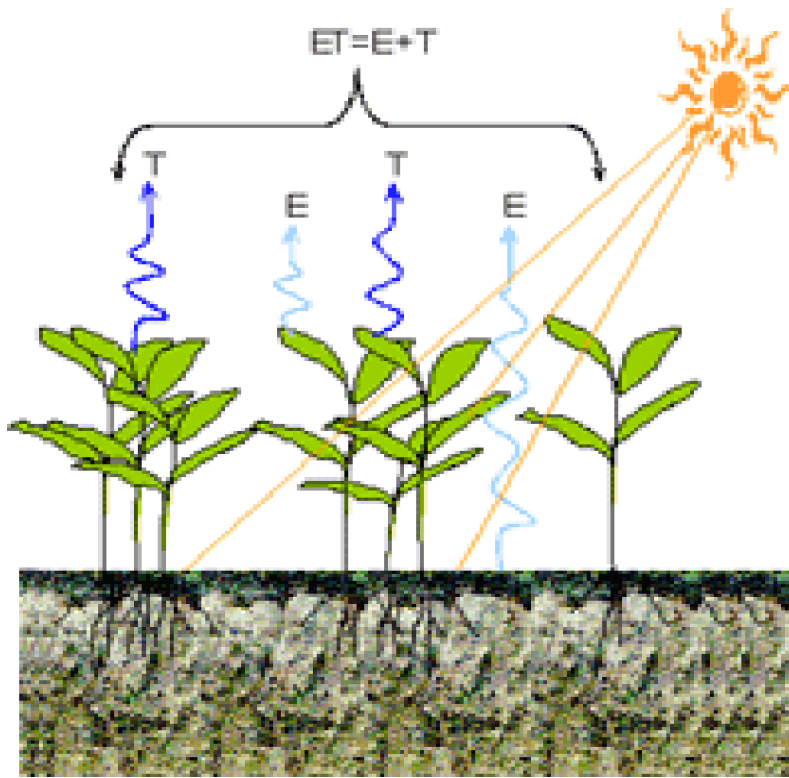
وطريقة جني المحصول ويمكن قياس النتح بشكل دقيق على نطاق ضيق عن طريق تغليف المجموع النباتي من خلال كيس بلاستيكي كما في الشكل (1).
إنواع الأعمدة المختلفة من النبات لها معدلات نتح مختلفة كما أن النتح قليل جدا من المحاصيل خلال الليل (Van Bavel et al., 1962).
إن سرعة تبخر الماء من السطوح المائية وسرعة عملية النتح التي تتم من خلال ثغور الأوراق النباتية مرتبطة ارتباطا وثيقا بكمية بخار الماء الموجود في الهواء. فعلى سبيل المثال تكون عملية التبخر نتح سريعة في المناطق الصحراوية الجافة، وبطيئة في المناطق المعتدلة والرطبة (ابو الفتوح، 1995). وتتوقف عملية النتح على نوع النبات، فمثلا كلما زاد عمق الجذر للنبات كلما زادت كمية المياه التي تخرج من النبات خلال عمليه النتح، وكذلك فإن الإشعاع الشمسي يؤثر على معدل النتح حيث وجد أن حوالي 95% من النتح اليومي يحدث خلال ساعات سطوع الشمس كما يقل معدل النتح من خلال النقص في حجم الثغور كلما ازداد تركيز CO₂ في الغلاف الجوي (3). وهناك نظريات إحداهما تشير إلى أن معدل النتح لا يتأثر بنقصان رطوبة التربة حتى تصل نسبة الرطوبة إلى نقطة الذبول. وتعرف نقطة الذبول (wilting point): بأنها الحد الذي تصبح فيه جذور النباتات غير قادرة على استخلاص المياه من التربة. أما النظرية الأخرى فتشير إلى أن معدل النتح يتناسب مع مقدار الرطوبة الموجودة في التربة أو ما يسمى المياه المتاحة (available water) التي يمكن للنبات الحصول عليها. وتساوي الفرق بين السعة الحقلية ونقطة الذبول. وتعرف السعة الحقلية بأنها كمية المياه التي تبقى في التربة وتقاوم الجاذبية.

3.1.1.2 التبخرنتح:

هو فقد الماء من وحدة المساحة في وحدة الزمن من خلال التبخر من سطح الماء أو التربة والنتح من النباتات (Encarta, 2001). يبلغ معدل الهطول على سطح كوكب الأرض 750 ملم/سنة يعود حوالي ثلثه إلى الغلاف الجوي بفعل التبخر نتح

مما يجعل التبخرنتح يشكل عاملاً حيويًا في الدورة المائية الأرضية
(Baumgartener and Reichel.,1975).

إن عمليتا التبخرنتح تحدثان في آن معا وليس من السهل الفصل بينهما . عندما يكون النبات صغيرا فان غالبية الماء يفقد عن طريق التبخر ، وفي حال نمو النبات بحيث يغطي التربة يصبح النتح أكثر، ويوضح الشكل (2) التبخرنتح من النبات وسطح التربة. التبخرنتح له تأثير في بنية الغلاف الجوي وغازات الدفيئة والمناخ ، بحيث يعد مفتاحاً للعمليات البيئية والخفض في التبخر نتح على نطاق واسع يمكن أن يقود إلى تغيير في اتجاه دورة المياه خصوصا المطر والجريان. (Albright et al., 2000 ; Allen, et al .,1998) ومن خلال معرفة معدل التبخرنتح



للمحاصيل يمكن فهم
الاحتياجات المائية
للمحاصيل بشكل
أفضل مما يساعد في
تطوير أساليب ري
فعالة ودون إسراف.

شكل رقم (2)

عملية التبخرنتح، التبخر من سطح التربة والنتح من النباتات
والتبخرنتح مقياس مهم للنظام المائي الأرضي لكن من الصعب حسابه لأنه
متغير زمانيا ومكانيا . ويعتمد معدل التبخرنتح على معدل التدفق الحراري الكامن
وتدفق الحرارة المتوفرة أثناء فترة النهار

(Jackson et al.,1977; Lu Zhang and Lemeur,1995). وهناك نموذج قام به (Soer,1980) بحيث تحسب المجاميع اليومية للتبخرنتح من خلال التغير في درجة حرارة السطح وصافي الإشعاع ومحتوى التربة الرطوبي.

4.1.1.2 التبخرنتح الفعلي : هي كمية التبخرنتح التي تحدث فعلا حسب الشروط الجوية المقاسة، ويمكن قياسها من خلال مقاييس خاصة مثل الليزيمتر وغيرها من أدوات القياس.

5.1.1.2 التبخرنتح الكامن:مجموع التبخرنتح الذي يمكن حدوثه لو كانت جم يع شروط وعوامل التبخر مواتيه . أي أن هذه الكمية هي أعلى كمية تبخرنتح من الممكن حدوثها (دراذكة، 2000).

2.1.2 العوامل المؤثرة في التبخر والنتح.

1.2.1.2 العوامل الجوية:

تتوقف عملية التبخر على بنية الجسم المعرض للتبخر ، فالتبخر من المسطحات المائية أكثر من سطح اليابس . وتشمل عوامل التبخر درجة الحرارة والرياح والضغط الجوي والإشعاع الشمسي.

1- درجة الحرارة: تعتبر درجة الحرارة أهم مؤثر في عملية التبخر وفي كمية البخار الناتج. فكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما زادت سرعة الجزيئات في الماء وقلت اللزوجة. وبازدياد درجة الحرارة يزداد العجز في ضغط البخار للهواء الملامس للسطح وتزداد إمكانية استيعاب الهواء لكمية أخرى من البخار. وهذا يشهد بعملية التبخر أثناء النهار عنها في الليل (Jolliet and Bailey,1992).

2- الرياح: كانت طبقة الهواء القريبة من سطح التبخر مشبعة ببخار الماء وفي حالة عدم حصول تكاثف، فان عملية التبخر ستتوقف . أما إذا هبت الرياح فإنها ستقوم بنقل كتلة الهواء المشبعة ببخار الماء وتبعدها عن سطح التبخر، وهذا

بدوره سيقبل مقدار ضغط البخار لطبقة الهواء القريبة من سطح التبخر وبذلك فان عملية التبخر ستستمر. وتزداد كمية التبخر إذا كانت هذه الرياح من مصاحارة وجافة حيث تعمل على زيادة التبخر في المناطق التي تهب عليها.

3- الطاقة الشمسية: تزداد سرعة جزيئات الماء بفعل الطاقة الشمسية محفزة بذلك عملية التبخر.

4- الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي :حيث تتناسب كمية التبخر من سطح رطب تناسباً طردياً مع الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي $(e_s - e_a)$.

5- الرطوبة النسبية: تتناقص كمية التبخرنتح بزيادة الرطوبة النسبية داخل وخارج البيت البلاستيكي.

2.2.1.2 عوامل التربة والمياه:

تنقسم مياه الأمطار الساقطة على سطح الأرض إلى جزأين، جزء يجري أو يسكن على سطح الأرض ، والآخر يتسرب إلى أعماق الأرض وتزداد نسبة المياه المتبخرة كلما كانت عملية التسرب بطيئة ، وبهذا تترك التربة الطينية فرصة كافية للتبخر لزيادة ما يمكن أخذه من المياه السطحية، أما التربة الرملية فان سرعة تسرب المياه إلى باطن التربة تحميها من عملية التبخر وتجعل الكمية المفقودة منها قليلة، وكذلك يلعب لون الأرض دوراً هاماً في امتصاص الطاقة الشمسية التي تعمل على رفع درجة حرارتها ، وزيادة التبخر فالأرض فاتحة اللون تعكس نسبة أعلى من الأشعة الساقطة عليها مقارنة بالأرض الداكنة.

3.2.1.2 عوامل النباتات :

من أهم أعضاء النبتة التي تتعرض لعملية النتح هي الأوراق لهذا قد يكون النتح من كل أجزاء سطح الورقة ، أو من خلال المسام ويطلق عليه في هذه الحالة النتح المسامي الذي من أهم الطرق التي تفقد بها النباتات مياهها ، وتختلف شدته تبعاً لتغير قيم العناصر المناخية وعملية التمثيل الضوئي ، حيث ينغلق المسام تماماً

إذا قلت درجة الحرارة عن الصفر ، وتنتفح المسام إلى أقصاها إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 25س°. (عبد الرحمن، 1983 ،، الصالحي والغريبي، 2004).

4.2.1.2 الإدارة والظروف البيئية:

إن عوامل مثل ملوحة التربة وعدم خصوبتها والتطبيق المحدود للأسمدة وعدم نفاذية التربة وعدم التحكم بالأمراض والأعشاب الضارة وكذلك سوء إدارة التربة ، كل هذه العوامل تحد من نمو المحصول وبالتالي انخفاض عملية التبخرنتح كما إن لمساحة الغطاء الأخضر وكثافة النبات وكمية الماء في ا لتربة بالإضافة إلى عملية القطاف وأساليب الري ووجود مصدات للرياح التي تعمل على تخفيف سرعة الرياح وبالتالي تقلل مستوى التبخرنتح خاصة بجانب الحاجز مباشرة . كما إن استخدام أساليب زراعية مثل البيوت البلاستيكية يقلل بشكل فعال من كميات المياه المستخدمة.

3.1.2 تقدير التبخرنتح

نظرا لأهمية التبخر نتح الكبير كعنصر من عناصر الدورة الهيدرو لوجية فقد تمت محاولات كثيرة لتقدير التبخرنتح أو قياسه بشكل مباشر . يُعد قياس التبخر نتح بدقة أصعب بكثير من قياس العناصر الجوية الأخرى كالأمطار وذلك بسبب تعدد العوامل التي تؤثر عليه، لذلك يتغير كثيرًا حتى في المساحات الصغيرة نسبيًا . ويعرف معدل التبخر من أي سطح على أنه حجم الماء السائل الذي يتبخر من وحدة المساحة في وحدة الزمن وبمعنى آخر عمق وارتفاع الماء مقاسا بالمليمتر او الانش الذي يفقده السائل بالتبخر في يوم كامل من تبخر المساحة الكلية، ويمكن استخدام أنواع كثيرة من الأجهزة أهمها:

1.3.1.2 أجهزة تقدير التبخر

أ) حوض التبخر صنف Class A pan

يتألف هذا الجهاز من حوض دائري من الحديد المجلفن قطرة الداخلي 121سم وعمق 25.4سم، يوضع الحوض على ألواح خشبية بارتفاع 15سم على أرض مدموكة لكي تساعد على ثبات واستواء هيكل الخشب وبقاء الحوض في وضع أفقي. يملأ الحوض بالماء إلى عمق 5سم أسفل الحافة العليا. ويمكن معرفة مقدار التبخر من قراءة الفرق بين التدريجين خلال 24 ساعة. وعند انخفاض سطح الماء في الحوض تضاف كمية إضافية من الماء وتضبط نهاية الخطاف عند مستواه. ويقاس التبخر من الحوض إما بخطاف أو بإعادة مئة حتى مستواه الأصلي. واهم العوامل المؤثرة على تقدير التبخر من هذه الأحواض هي حجم الحوض ولونه وعمقه وتعرضه لأشعة الشمس ونوع المادة التي يصنع منها. ويؤثر لون الحوض على معامل انعكاس الأشعة من الحد وض، ويزيد الفرق في تقدير التبخر بين الأحواض السوداء والبيضاء عن 23% (درادكة، 2000). وغالبا ما تكون العلاقة خطية بين التبخر نتج للمحصول Etc والتبخر من حوض التبخر Class A pan. (CiolKsoz, and Albright, 1997).

ب) جهاز بيتشي

ويسمى الاتموميتر يستخدم لقياس التبخر من السطوح المسامية المبللة، ويتألف من أنبوب زجاجي مدرج طوله 22.8سم وقطره الداخلي 11ملم مفتوح في نهايته ومغلق من الناحية الأخرى. وعند قياس التبخر يملأ الجهاز بالماء المقطر ويوضع على الجهة المفتوحة ورقة نشاف خاصة قطرها 3.2سم ومساحتها 13سم² وتقل نهاية الأنبوب المفتوحة والموضوع عليه ورقة نشاف مسامية بواسطة حلقة معدنية ولاقط (ماسك) يلامس الورقة وتقلب الأنبوبة بحيث يكون وضع ورقة النشاف في الجزء الأسفل ويعلق الجهاز بشكل عمودي على حامل. ويوضع الجهاز داخل كشك خشبي (ستيفنسونكي) لا يتأثر الجهاز بالإشعاع الشمسي المباشر، كما ان الورقة تبقى مبللة. ويقاس التبخر عندئذ بملاحظة مقدار انخفاض سطح الماء داخل الأنبوب

المدوخ هذا الجهاز غير دقيق ولا يستخدم لأغراض الأرصاد الجوية . وفي الطقس الجاف شديد الحرارة قد يتبخر جميع الماء داخل الأنبوب.

4.1.2 طرق تقدير التبخرنتح

1.4.1.2 الطرق المباشرة لتقدير التبخرنتح

وتعتمد هذه الطرق في تقدير الفقد من مياه الري في منطقة نمو النبات ، على فترات زمنية متعاقبة ويتم تعويض النبات بإضافة مياه الري وقياسه ، وتشمل هذه طرق:

أ) الاتزان المائي الحقل

ويعتمد قياس الاستهلاك المائي (التبخرنتح) للمحصول على تحديد مكونات معادلة الموازنة المائية في الحقل، ويمكن كتابة معادلة الموازنة المائية على النحو التالي:

$$P=Q+ E+\Delta S+D \quad (1)$$

حيث "

P : المياه المضافة (مطر أو ري)

E : المياه المفقودة بالتبخرنتح

Q : كمية المياه التي تفقد بالجريان السطحي

ΔS :التغير في المحتوى الرطوبي للتربة

D : كمية المياه التي تصرف بعيدا عن منطقة الجذور

ب- قياس E_{To} باستخدام اليسيترات :

طريقة مباشرة لقياس الاستهلاك المائي للمحاصيل (درادكة،2000).وتتلخص في عزل جزء من المحصول - تحت نفس الظروف -عما حوله من ارض مزروعة بنفس المحصول وقياس كميات المياه المضافة إليه وكميات المياه المصروفة منه.وهناك نوعان منه ئيسيتر وزني وآخر حجمي . يمكن حساب قيمة التبخرنتح القياسي من المعادلة :

$$E_{To}=D_a- D_d \quad (2)$$

حيث :

ETo : التبخرنتح القياسي (مم)

Da : كميات المياه المضافة (مم)

Dd : كميات المياه المنصرفة (مم)

ج - أواني قياس التبخر المفتوحة

أواني ذات سطح مفتوح تملأ بالماء ويقاس معدل تبخر الماء من سطحها أي معدل تغير عمق الماء الموجود بها على فترات زمنية محددة (كل ساعة أو يوم مثلا) ، ثم تحول قيم معدل التبخر المقاس بقراءة مستوى سطح الماء في الإناء إلى معدل التبخرنتح القياسي ومنه تحسب الاحتياجات المائية أو الاستهلاك المائي للمحصول. والواقع أن هذه العملية ليست سهلة فالنتائج قد تختلف كثيرا باختلاف وضع أنية القياس والظروف حولها وشكل الأنية أيضا الذي يتأثر كثيرا باتجاه الرياح في الأنية المستطيلة الشكل بينما لا تتأثر الأنية المستديرة الشكل باتجاه الريح كما يؤثر أيضا لون الإناء نتيجة لتأثيره على انعكاس أشعة الشمس وبالتالي معدل التبخر عموما فان استخدام هذه الطريقة مثلها مثل كل الطرق المباشرة ، تحتاج لخبرة واحتياطات كثيرة لاستخدام النتائج المتحصل عليه.

2.4.1.2 الطرق غير المباشرة لتقدير التبخرنتح.

تعتبر الطرق المباشرة لتقدير التبخرنتح صعبة ومستهلكة للوقت وتحتاج للعديد من الإمكانيات والاحتياجات الأمر الذي وجه البحث إلى طرق غير مباشرة أسهل وأوفر في الوقت والمجهود والإمكانيات لتقدير التبخرنتح القياسي وحساب التبخرنتح للمحصول Etc من المعادلة : ويحسب التبخرنتح للمحصول كالعادة من المعادلة :

$$ETc = Kc * ETo \quad (3)$$

حيث :

Etc : التبخرنتح للمحصول.

ETo : التبخرنتح القياسي المقدر بحوض التبخر.

Kc : معامل المحصول Crop Coefficient.

ويتم تقدير التبخر الناتج القياسي Eto من خلال الطرق غير المباشرة - من بيانات الأرصاد الجوية المختلفة الخاصة بالظروف المناخية والمتحصل عليها من محطات الأرصاد الجوية الزراعية . وقد استخدم في هذه الحسابات العديد من المعادلات أشهرها ما يلي :

معادلة بلاني -كريدل

معادلة الإشعاع

معادلة بنمان المعدلة

معادلة بنمان -مونتيث

والواقع إن استخدام أي من هذه المعادلات يتوقف على المتاح من بيانات الأرصاد الجوية. معادلة بنمان المعدلة تعطي أفضل النتائج مع الحشائش الـ قياسية (المسطح الأخضر القياسي) ، كذلك تناسب معادلة الإشعاع الحسابات للمناطق التي بها بيانات درجات الحرارة وسطوع الشمس أو الغيوم ولا تتوفر بيانات سرعة الرياح والرطوبة الجوية. ويفضل استخدام معادلة بلاني كريدل في حالة توفر بيانات مناخية تشمل فقط درجات حرارة الهواء الجوي.

5.1.2 أنواع البيوت المحمية:

1.5.1.2 البيوت الزجاجية:

تتكون من جدران الأساس التي يستند إليها هيكل البيت المصنوع غالباً من المعدن (الصلب والألمنيوم). يشكل الهيكل المعدني السقف و الجدران الجانبية المغطاة بألواح زجاجية ضمن اطر معدنية ، يوجد داخل البيت الزجاجي مجموعة من الأحواض الزراعية والممرات وأنابيب التدفئة ونظام الري ونظام التظليل.

2.5.1.2 البيوت البلاستيكية:

يتكون البيت البلاستيكي من هيكل معدني على شكل أقواس من الأنابيب المعدنية المجلفنة مغطاة بشرائح البلاستيك وتبلغ مساحة البيت البلاستيكي العادي 500م² تقريباً. ويتراوح عرض البيت ما بين 8-9 أمتار وطوله ما بين 50-60

مترا وارتفاعه ما بين 2.9 - 2.3 متروا تتوافر البيوت البلاستيكية إما بهيكل واحد منفرد أو هيكل مزدوج أو هيكل متعدد الوحدات (شتات، 1997).

6.1.2 فوائد الزراعة المحمية (المغطاة):

أ) زيادة الموسم الزراعي بحيث يمكن الزراعة خلال فترة أطول من فصل الصيف القصير عادة في بعض الأماكن.

1. إمكانية القيام بزراعة موسمين في نفس المكان.
2. حماية النباتات من تقلبات الطقس الخارجية.
3. زيادة الإنتاجية وتحسين النوعية مقارنة بالزراعات المكشوفة.
4. التبكير في زراعة المحاصيل بحيث تزرع البذار باكرا في البيوت البلاستيكية عندما تكون الأجواء الخارجية غير ملائمة مما يساعد في زراعتها في الأرض لاحقا على شكل اشتال.

5. زراعة المحاصيل في غير موسمها عندما تكون العوامل الخارجية غير ملائمة لذلك مما يساعد في الحصول على أفضل سعر.

6. تتطلب وحدة المساحة داخل البيوت البلاستيكية كمية من المياه أقل منها خارج البيوت في الوقت الذي تكون فيه إنتاجية وحدة المساحة داخل البيت البلاستيكية أكبر بكثير منها بالخارج.

والجدير بالذكر أن الزراعة داخل البيوت البلاستيكية تساعد في التحكم بالحرارة والرطوبة والتهوية بسهولة بالإضافة إلى تأمين الجو المناسب للمحصول والمزارع معا خلال فترة عمله داخل البيوت دون التقيد بالأحوال الجوية المتقلبة في الخارج.

7.1.2 تجهيز البيوت البلاستيكية:

عند اختيار الموقع لمثلأ لبناء البيت البلاستيكي يجب انتقاء المكان الذي يوفر أكبر كمية من ضوء الشمس . ومن العوامل المؤثرة في ذلك طول النهار والضباب خلال فصل الشتاء والدخان والغبار الكثيف والظل المتشكل من الأبنية المرتفعة

والتلال المقابلة لهذا بالإضافة إلى توفر الأيدي العاملة، وسهولة تأمينها ، وقربها من موقع المشروع إلى جانب مصادر الكهرباء والماء.

إن نوع البيت البلاستيكي وبنائه يعتمد على الغاية المراد تحقيقها ، فخلال فصل الشتاء يكون هناك نقص في الضوء والحرارة لذا يكون من المهم زيادة معامل ضوء النهار قدر الإمكان وفقدان الحرارة اقل. أما أثناء الربيع عادة يكون الضوء كافي لمعظم النباتات ومن ثم فان معامل ضوء النهار لم يعد حرج ، ويصبح الحصول على تقنية تهوية جيدة أكثر أهمية حتى نتمكن من إزالة الحرارة الزائدة خلال الأيام الصافية، أما في فصل الصيف فيكون من المناسب توفير احتياطات خاصة لحجب الضوء وإزالة الحرارة حيث أن التظليل بنسبة 50% يخفض التبخر نتح بنسبة 22% والطاقة الإشعاعية بنسبة 45%. (Donaelli, et al, 2005).

1.7.1.2 المواد والإنشاءات اللازمة لبناء البيوت البلاستيكية

1- الأساس تقام هياكل البيوت البلاستيكية على قواعد مبنية داخل التربة على عمق

مناسب و يستعمل عادة في بناء الأساسات الإسمنت أو القوالب الإسمنتية الجاهزة.

2- الهيكل : يتألف هيكل البيوت البلاستيكية الحديثة من قضبان معدنية على شكل

أقواس تثبت عليها الأغشية البلاستيكية من مستوى سد طح التربة إلى قمة الهيكل

بحيث تغطيه بشكل كامل لعزل المحيط الداخلي عن المحيط الخارجي ويؤمن البيئة

الملائمة للتحكم بعوامل الرطوبة و الحرارة و التهوية ، بطرق صناعية حسب حاجة

كل نوع من المزروعات بداخله كما توضح ذلك الشكل (3).



شكل رقم (3)

بيوت بلاستيكية ويظهر بالصورة الهيكل والبلاستيك المستخدم لتغطية البيت

3- **السقف والجدران:** تغطي جدران و سقف البيت البلاستيكي بأغطية مصنوعة

من البلاستيك القاسي أو الطري، كما يمكن استعمال الزجاج.

أ- **البلاستيك القاسي:** يعتبر من المواد الشائعة الاستعمال في تغطية هياكل البيوت البلاستيكية، تمتاز بسهولة تقطيعها حسب شكل و قياسات البيت كما أنها أقل تعرضا للكسر والتمزيق . وهذا النوع من البلاستيك القاسي يمرر الضوء بشكل جيد وملائم لاحتياجات معظم المزروعات كما أنه يعدل أشعة الشمس ويمنعها من الدخول بشكل مباشر إلى داخل البيت البلاستيكي.

ب) **البلاستيك الطري:** يمتاز بأنه من أقل أنواع الأغطية كلفة ويتوفر منه أصناف متعددة وبأحجام سماكات متنوعة كما انه خفيف الوزن وسهل التركيب . تبلغ نفاذيته للضوء 85% - 87% من كمية الضوء الساقطة عليه للبيوت المغطاة بطبقة واحدة و76% للبيوت المغطاة بطبقتين إلا أن تراكم الغبار عليه و تغيير لونه إلى اللون الأصفر يحد من كفاءته في تمرير الإضاءة، ومن سلبياته انه قابل للتمزق.

ج) **الزجاج:** تستخدم أنواع عديدة من الزجاج لتغطية البيوت المحمية، وبسماكات مختلفة، بعضها بطبقة واحدة، تكون نفاذيتها للضوء 88% - 94% من كمية الضوء الساقطة عليها، وفي حال كانت البيوت مغطاة بطبقتين تكون نسبة النفاذية 76% من كمية الضوء الساقطة عليها.

8.1.2 طرق الري داخل البيوت البلاستيكية:

(أ) - الري بالتنقيط:

وهو الأكثر شيوعاً في الزراعات المحمية حيث يتم توصيل الرطوبة إلى منطقة الجذور بغرض توفير المياه اللازمة لنمو النباتات . ويتكون نظام الري بالتنقيط من أجزاء رئيسية: وهي مضخة ماء وصمام التحكم بالضغط ومرشح للماء في حالة الري من الآبار. أما في حالة الري من خزانات أو قنوات مكشوفة فيتكون من خط أنابيب بلاستيكية رئيسي وخطوط فرعية ونقاطات وقد تضاف أجهزة أخرى للتسميد وتتوقف الفترتين الريات على طبيعة التربة ونوع المحصول وحجمه ودرجة الحرارة فتكون 1-2 يوم في الأراضي الرملية و 2-3 أيام في الأراضي الطينية، أما إذا وصلت الرطوبة النسبية داخل البيوت البلاستيكية المغلقة إلى درجة التشبع فسيزداد تكاثف قطرات الماء على الجذور مسبباً انتشار الأمراض.

(ب) - الري الرذاذي :

بدأ تطور هذه التقنية قبل الحرب العالمية الثانية بفترة قصيرة في الولايات المتحدة. وتكوّن قطرات الماء المستعملة صغيرة جداً وكذلك كمية الماء المستهلكة تكون قليلة جداً . إن الري الرذاذي يكون مثالياً عندما يكون في الوقت الذي تحتاج فيها أوراق العنق إلى طبقة من الماء تحيط بها، و عندما تبدأ هذه الأوراق بالجفاف . توجد طرق عديدة للسيطرة على الري الرذاذي التي تعمل بصورة تلقائية منها DR.seemann ويعمل هذا الجهاز البسيط جداً والرخيص عن طريق تمدد و تقلص خيط القنب نتيجة الرطوبة والجفاف والذي يقوم بغلق وفتح الصمام المغناطيسي عن طريق مفتاح صغير جداً وهذا الجهاز يمكنه توقيت عدد مرات الرش ومدتها. إن كمية المياه المستخدمة قليلة نسبياً وتكفي الأجهزة التي تكون قدرتها على رش المياه لتر/ساعة على ترطيب هواء غرفة بحجم 200-400 م³. يؤدي ترطيب الهواء إلى إنتاج برودة نتيجة تبخر الماء وبذلك تقلل من درجة حرارة البيت المغطى، ولكن هذه البرودة الناتجة لا تقارن إطلاقاً بالحرارة الناتجة من أشعة الشمس الساقطة على البيت المغطى ، لذا لا يجب أن تحسب على أساس تقليل درجة حرارة البيت.

يصبح الهواء مشبع بخار الماء بسبب ترطيب أوراق النبات والذي يتسبب في تكاثف بخار الماء على الأجزاء النباتية مما يساعد في عدم ذبول النبات وبالتالي تقلل من تبخر الماء من النباتات عن طريق النتح . إن القطرات المائية تكون على شكل رذاذ يؤدي إلى تشتت الضوء بحيث يسقط على النباتات المزروعة بشكل غير مباشر وبذلك يقلل من خطر احتراق الأوراق (مان، 1984).

ج) الزراعة في الماء

هذه الطريقة جديدة في الزراعة لا تتطلب سوى حوالي واحد بالمئة من كمية المياه العذبة الضرورية عادة لإنتاج الخضار والعلف للمواشي، وقد تؤمن مزيدا من المياه التي يمكن توفيرها للتلطع الشخصي والمنزلي والصناعي ، إن هذا التوفير في الماء يعتبر ذا أهمية حيث ينقلص منسوب المياه الجوفية المستخدمة بشكل مكثف في الزراعة إلى مستوى أكثر انخفاضا. والفرق بين أسلوب الزراعة التقليدية و الزراعة في الماء هو إن النباتات المزروعة في الماء داخل البيوت الزجاجية لا تمتص غذائها من التربة.

تنمو النباتات بفعل المواد الغذائية الموجودة في بذور نبتت ويتم ربيها بكل دقة ثم يتم حصادها بعد عشرة أيام من النمو وفي حين أن هذه الطريقة تتطلب كمية أكبر من البذور لإنتاج نفس كمية العلف التي يتم الحصول عليها بطريقة الزراعة التقليدية. إلا أنها تتطلب استخدام كمية أقل بكثير من المياه مقارنة بالطريقة التقليدية لإنتاج نفس الكمية . تتسبب أساليب الزراعة التقليدية في المناطق الجافة في خسارة كميات كبيرة من المياه بفعل التبخر وامتصاص التربة لكمية مفرطة منه ، وبمرور الوقت يمكن لذلك يؤدي إلى ملوحة التربة وخسارة في الإنتاجية الزراعية . ولكن هذين الأمرين لا يحدثان في الزراعة المائية في البيوت الزجاجية التي لا تتطلب نوعية ممتازة من الأراضي الزراعية الخصبة (4).

9.1.2 التبخر والتهوية من البيوت الزجاجية والبلاستيكية

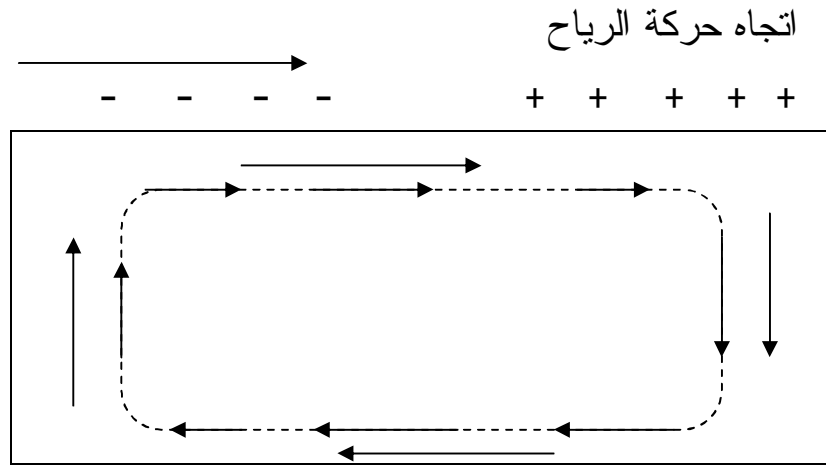
إن بيئة البيوت البلاستيكية عبارة عن تجميع لتفاعل فيزيائي مع أنظمة بيولوجية معقدة ذات عمليات ديناميكية غير خطية

(Baille et al.,1994;Young and Lees,1995). وهذا التفاعل يتجلى من خلال عملية التمثيل الضوئي وتحويل الطاقة الشمسية الساقطة لـ ماء من حالة إلى أخرى، وبما أن بيئة البيت البلاستيكي أو الزجاجي مغلقة تقريبا فان عملية التبخر تكون إلى حد ما محكومة، حيث تزداد نسبة الرطوبة النسبية داخل البيت البلاستيكي مسببة نفثي للأمراض في غياب التهوية، ويلجأ المزارعون للتهوية للتخفيف من الآثار السلبية لزيادة الرطوبة النسبية، وتتم من خلال التهوية الطبيعية أو من خلال مراوح خاصة. إن التهوية الطبيعية هي علاقة لسرعة الرياح واتجاهها واختلاف درجات الحرارة وحجم وعدد ثقوب التهوية في الجدار إن حركة الهواء خارج البيت والفرق في درجات الحرارة بين داخل البيت البلاستيكي وخارجة سوف تسبب اختلاف في الضغط فوق جدران البيت الزجاجي أو البلاستيكي . الاختلاف بالضغط يسبب حركة الهواء وبالتالي التهوية . إن التزاوج بين رطوبة الهواء ودرجة الحرارة من جهة ودرجة حرارة النبات والنتح من جهة أخرى تعتمد على معدل التهوية وكثافة تبريد التبخر. (Stanghellini and Jong.,1993; Boulard and Baille, 1993) إن زيادة سرعة الهواء إلى 6م/ث يزيد معدل التبخر ننتح إلى 16% (Donaelli, et al., 2005).

10.1.2 دوران الهواء داخل البيوت البلاستيكي

يتحرك الهواء داخل البيت الزجاجي عادةً ببطيء وهذا سببه التدفئة والتبريد المحلي للهواء (التهوية) وتوزيع ضغطالرياح فوق سطح البيت الزجاجي بالمشاركة مع تسرب الهواء. إن الثقوب التي تمرر الهواء في البيت تساعد في تدفق الهواء. هناظاهرة هي صفة مميزة للمناخ الطبيعي . إن دوران الهواء بسبب الحمل الحراري يكون عادة صغير نسبيا لا للهواء القريب من الأرض يسخن إلى حد ما بانتظام. والهواء القريب من جدار البيت الزجاجي يبرد إلى حد ما بانتظام لذا لا يوجد تمييز قوي للتدفق الهابط والصاعد بالتالي فان شكل التدفق المتحول يتطور وعادة ما يكون التدفق الناتج يصعد بضعف عند المركز ويهبط عند الجدران

(Businger ,1963) ويوضح ذلك شكل (4). وتتغير الطاقة والكتلة تقريبا في البيت البلاستيكي ضمن آلية الحمل الحراري المختلط (Stanghellini,1993).



+ تمثل الهواء المتدفق إلى داخل البيت البلاستيكي
- تمثل الهواء المتدفق إلى خارج البيت البلاستيكي
الشكل (4)

دورة الهواء داخل بيت بلاستيكي مغلق بالنسبة إلى الرياح بالخارج

2.2 الدراسات السابقة:

هناك عدد قليل من الأبحاث التي تناولت موضوع استخدام البيوت البلاستيكية لتوفير المياه (Orgaz et al ,2005). وقد يكون ذلك ناتج عن عدم وجود شح في مصادر المياه في البلدان الأوروبية التي تنشط فيها الحركة البحثية، وقد ركزت تلك الأبحاث على حفظ الطاقة داخل البيوت البلاستيكية كونه الموضوع الحيوي والمُح في تلك البلدان، نظرا لاستهلاك البيوت البلاستيكية كمية كبيرة من الطاقة خصوصا تلك التي يتم استخدامها لإنتاج الورود في فصل الشتاء . (Allen,S.J,1990; Boulard,T.et al., 1988 ; Kimball,B.A,1986 Levit,H.J.et al, 1989;Mc Ginn,S.M.and King,K.M.,1990).

1.2.2 الدراسات الأجنبية

ومن حيث الموضوع فيما يتعلق بالتبخر من البيوت البلاستيكية فقد أجرى

(Stanghellini, 2005) دراسة بعنوان التبخر نتح من البيوت البلاستيكية في منطقة الشرق الأوسط. درس خلالها تأثير أربعة عناصر جوية: توفر الإضاءة، نسبة (CO₂) في هواء البيت البلاستيكي، درجة الحرارة والرطوبة، في التبخر نتح من المحاصيل، لمعرفة أثرها في زيادة الإنتاجية وجدوى الاستثمار في البيوت البلاستيكية معرفة العوامل التي تحد من الإنتاجية . وجد الباحث أن كفاءة استخدام المياه داخل البيوت البلاستيكية عالية، ويمكن زيادتها من خلال الإدارة المثلى للعناصر الجوية، ووجد أيضا أن التضليل المناسب للبيت البلاستيكي في فترة الربيع والصيف يقلل من كمية الإشعاع الشمسي النافذ إلى داخل البيت البلاستيكي وبالتالي يقلل من كمية التبخر دون التقليل من فاعلية التمثيل الضوئي.

وفي بحث (Orgaz et al, 2005) بعنوان التبخر نتح من المحاصيل الحقلية في البيوت البلاستيكية غير المدفأة . التي تناولت أربعة أصناف من المحاصيل داخل البيوت البلاستيكية. حيث اجري البحث في محطة Las Palmerillas بمنطقة الميريا (Almeria) جنوب شرق إسبانيا، معدل درجة الحرارة الشهرية في اشهر الشتاء بحدود 12.9C° ومعدل المطر السنوي 220ملم. يوجد في هذه المنطقة حوالي 25000 هكتار مغطاة بالبيوت البلاستيكية لإنتاج كميات كبيرة من المحاصيل الزراعية في اكبر بؤرة تجمع للبيوت البلاستيكية في العالم وقد استخدم الباحثون الليزوميتر لتقدير التبخر نتح الفصلي (ET) لأربعة محاصيل (الشمام، البطيخ، الفاصوليا الخضراء والفلفل). قيست درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وحسب معدل التبخر Eo و التبخر نتح ET_o لغطاء عشبي كمرجع.

وجد التبخر نتح الفصلي ET للمحاصيل الأربعة داخل البيوت البلاستيكية ضمن مدى سقوط أمطار 170-371ملم فيما وجد التبخر نتح المرجعي للغطاء العشبي ET_o ضمن المدى 174 - 445ملم لنفس الفترة كما يوضح ذلك الجدول (1). توصل الباحثون إلى أن التبخر نتح الفصلي داخل البيوت البلاستيكية للمحاصيل اقل منه خارجها بنسبة 30-40%، يعود ذلك إلى (1) ارتفاع قيم الرطوبة النسبية داخل البيت البلاستيكي مقارنة بالخارج (2) تظليل أو تبييض البيت البلاستيكي خلال فترة الربيع والصيف وهو شائع في منطقة الشرق الأوسط لخفض درجة حرارة الهواء

في الداخل من خلال تقليل معامل انتقال الإشعاع الشمسي داخل البيت البلاستيكي .
 3) تتركز الزراعة في البيوت البلاستيكية في الفترة التي يكون فيها التبخر المتاح
 قليل (الخريف، الشتاء، الربيع). 4) تنمو المحاصيل خلال بيئة تكون دورة التبخر
 المتاح قليلة بسبب قلة الاحتياجات المائية لهذه المحاصيل داخل البيوت البلاستيكية.

جدول رقم (1)

المحصول وموسم الزراعة وطول الفترة الزمنية للموسم بالأيام والتبخرنتح المرجعي ET_o ملم
 والتبخرنتح ET للملح للمحاصيل (الشمام، فاصوليا، فلفل حلو، بطيخ) زرعت داخل بيت بلاستيكي
 في (الميريا)

المحصول	الموسم	طول الفترة	ET ملم	ET _o ملم
الشمام	1993/1992	119	289	307
الشمام	1994/1993	135	219	206
الشمام	1999/1998	90	177	229
فاصوليا	1994/1993	114	174	174
فلفل حلو	1997/1996	258	371	445
فلفل حلو	1998/1997	248	353	407
بطيخ	1999/1998	90	170	228

أما (Blanco and Folegatti, 2004) فقدما دراسة بعنوان تقدير التبخرنتح من
 البيوت البلاستيكية هدفت الدراسة إلى تقدير التبخرنتح داخل البيوت البلاستيكية
 لمحاصيل محددة خلال فصل النمو من خلال تجهيزات بسيطة . تم مقارنة التبخر
 اليومي من حوض التبخر خارج البيت البلاستيكي، مع التبخرنتح داخل البيت
 البلاستيكي، ومقارنة النتائج التجريبية بالنتائج المحسوبة من خلال معادلات بنمان.
 تم وضع حوض التبخر المتناقص reduced evaporation pan على
 ارتفاع 5م من مستوى سطح التربة داخل البيت البلاستيكي . كما علق مقياس
 التبخر بيث piche atmometer وهو مدرج من صفر إلى 300 مليمتراً، على
 ارتفاع 1م من مستوى سطح التربة، على ساق النبات داخل البيت البلاستيكي،
 كما وضع مقياس المعدل modified atmometer فوق سطح تبخر على ارتفاع 1.6م

من مستوى سطح التربة، كما وضع حوض التبخر Class A pan خارج البيت البلاستيكي، مجاور لتربة خالية من النباتات، وذلك لمعرفة فيما إذا كانت النتائج خارج البيت البلاستيكي مشابهة لتقديرات التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي. أظهرت النتائج أن مقياس المعدل modified atmometer أعطى أفضل تقديرات للتبخرنتح، يتبعه مقياس التبخر بيتش piche atmometer الذي أعطى نتائج جيدة إذ بلغت قيم معامل الارتباط 0.77 & 0.78 على التوالي. كما ظهرت نتائج حوض التبخر المتناقص reduced evaporation pan جيدة إذ بلغت قيم معامل الارتباط بين حوضي التبخر Class A pan 0.62. أما حوض التبخر الموضوع خارج البيت البلاستيكي فلم يوفر تقديرات جيدة للتبخرنتح بالداخل إذ بلغت قيم معامل الارتباط 0.55. ظروف استهلاك الماء في البيوت الزجاجية تعتبر من الحالات الخاصة جدا بسبب المناخ الاصطناعي والتحكم في رطوبة التربة. وللتعامل مع هذه الصعوبات استخدم (Nakano and Kuroda., 1998) طريقة تحليلية لتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل داخل البيوت البلاستيكية تقوم على: أولاً: التوازن الإشعاعي على جدران البيوت الزجاجية. ثانياً: بناء نموذج النبات لتقدير البيئة الإشعاعية لجميع مراحل النمو للنبات ثالثاً: بناء نموذج لتدفق الماء في نظام تربة النبات والذي يشمل ترطيب ثلاثي الأبعاد للتربة مع الأخذ بعين الاعتبار نتح النباتات. هذه النماذج استخدمت لتقييم رلتتجمن سطح التربة في البيوت الزجاجية المروية بواسطة الري بالتنقيط، وذلك بالمقارنة مع تلك المروية بالطريقة المعتادة.

2.2.2 الدراسات العربية

هناك ندرة في الدراسات العربية السابقة التي تناولت الموضوع لقد نفذ(مزاخره وآخرون، 2002) دراسة في مركز إقليمي دير علا للبحوث الزراعية لتقدير الاستهلاك المائي الفعلي ومعامل المحصول للفاصولياء بالإضافة إلى معرفة مستوى مياه الري الأمثل داخل البيوت البلاستيكية. حيث زرعت بذور الفاصولياء العريضة صنف موزيكا داخل بيت بلاستيكي (8م عرض و45 م طول) في بداية

شهر كانون ثاني سنة 2002 على مسافة 40 سم بين النباتات و 125 سم بين الخطوط. درست خمسة مستويات ري مكرره ثلاث مرات بإتباع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وهذه المعاملات 55% و 70% و 85 % و 100 % و 115% من كمية المياه اللازمة لرفع المحتوى المائي للتربة من الرطوبة الحالية إلى السعة الحقلية. ثبتت خمسة أنابيب من الصوف الصخري لعمق متر وذلك لتتبع رطوبة التربة في معاملات الري الخمسة سالفه الذكر باستخدام جهاز (TRIME). وقد ثبت كذلك حوض تبخر صنف A في منتصف البيت البلاستيكي. أظهرت النتائج بأن الاستهلاك المائي الفعلي للفاصولياء داخل البيوت البلاستيكية بلغ حوالي 159 ملم وذلك عند رفع رطوبة التربة للسعة الحقلية وقدرت قيم معامل المحصول عند مستوى الري 100% من السعة الحقلية للفاصوليا، حسب مراحل النمو 0.24 في المرحلة الابتدائية، و 0.66 في مرحلة منتصف الموسم، 0.54 عند نهاية الموسم وذلك عند استخدام البرسيم كمحصول مرجعي. وعند استخدام حوض تبخر صنف A بلغت قيم معامل المحصول 0.4 و 1.34 و 0.99 لمرحل النمو السابقة على التوالي. وبلغ أعلى إنتاج داخل البيت البلاستيكي عند مستوى الري 85% وزيادة الري أو نقصانه عن هذا المستوى أدى إلى نقصان الإنتاج بشكل معنوي. بلغ التبخر داخل البيت البلاستيكي حوالي 36% من قيمة التبخر من الحقل المكشوف. وبلغ الاستهلاك المائي الكامن للبرسيم المحسوب داخل البيوت البلاستيكية حوالي 39% من الاستهلاك المائي الكامن المقدر في الحقل المكشوف. وفي دراسة ل(فهد، وآخرون، 2001) لتحديد الاحتياجات المائية الفعلية وكفاءة استخدام المياه لمحصول الذرة الصفراء (العروة الخريفية) عند جدولة الري الكامل والناقص اعتمادا على الاستنزاف الرطوبي في المحيط الجذري. نفذت تجربة حقلية للموسم 2000 في محطة ابحاث قسم التربة والمياه، منظمة الطاقة الذرية العراقية، 30 كم جنوب شرق بغداد. تضمنت التجربة خمسة معاملات للري: معاملة الري الكامل (المقارنة) عند استنزاف 40-50% من الماء الجاهز وأربعة معاملات للري الناقص (حذف ريتين) عند مرحلة النشوء والنمو الخضري والتزهير وتكوين الحاصل. تم تحديد كمية مياه الري وموعد الريات اعتماداً على مقدار الاستنزاف

الرطوبي للتربة باستخدام مقياس الرطوبة النيتروني. استخدمت معادلة التوازن المائي لتحديد التبخرنتح الفعلي (الاستهلاك المائي، ET_a) من متابعة الاستنزاف الرطوبي للطبقة 0-100 سم وقياس عوامل الموازنة المائية الأخرى. كما تم تحديد التبخرنتح المرجعي من معادلة بنمان-مونثيث المعدلة (ET_o) والتبخر من حوض التبخر (E_p).

تشير نتائج حاصل الحبوب إلى عدم وجود فروق معنوية بين معاملة الري الكامل ومعاملي الري الناقص عند مرحلة النمو الخضري وتكوين الحاصل. على الرغم من انخفاض كميات الماء المضافة في معاملات الري الناقص خلال مرحلتي النمو الخضري وتكوين الحاصل إلا أنها قد أنتجت حاصلاً مقارباً لحاصل معاملة الري الكامل حيث بلغ حاصلهما النسبي 93-94% من معاملة الري الكامل (8.215 طن/هكتار) وغير مختلف عنه معنوياً مما يشير إلى تحمل تلك المرحلتين للري الناقص. في الوقت نفسه وجدت زيادة في كفاءة استخدام الماء الحقل في المعاملتين مقارنة مع معاملة الري الكامل. تعد جدولة الري اعتماداً على الاستنزاف الرطوبي في المحيط الجذري وممارسة الري الناقص تقنيات فاعلة لزيادة كفاءة استخدام المياه.

وفي دراسة (Mazahrih et al., 2001) وُجد أن هناك علاقة خطية ما بين معدل التبخر الأسبوعي من حوض التبخر المثبت خارج البيوت البلاستيكية وبين تلك المثبتة داخلها حيث وجد التبخر لبيت النجيل والبرسيم يعادل 0.5 من التبخر من الحوض الخارجي، بينما التبخر في بيتي البندورة والخيار 0.22 و 0.33 على التوالي من التبخر من حوض التبخر الخارجي. كذلك وجد أن الاستهلاك المائي القياسي المقاس بالطرق المباشرة يعادل 40% من المقدر خارج البيوت البلاستيكية باستخدام معادلة بنمان-مونثيث المعدلة.

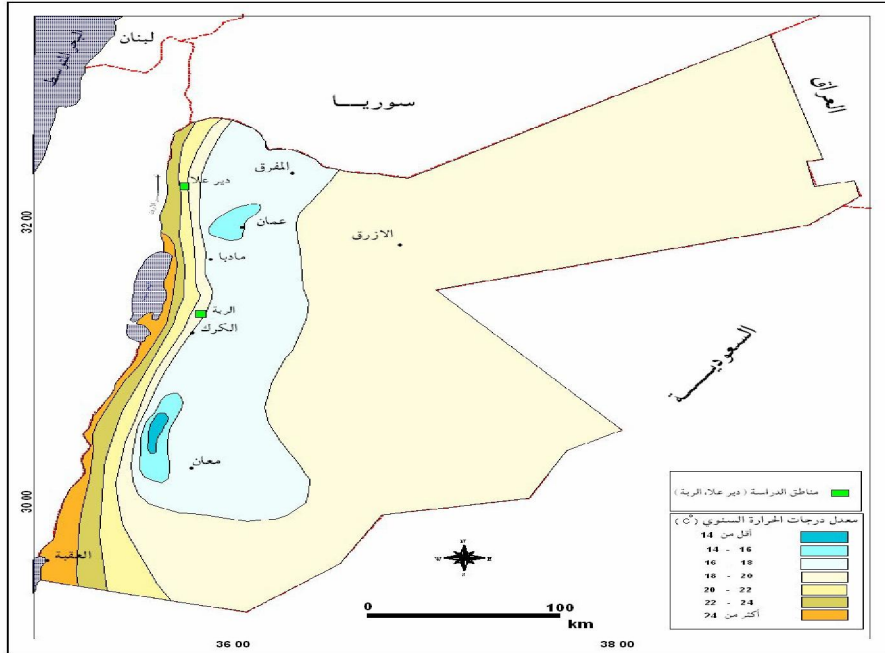
الفصل الثالث

المنهجية

3.1 منطقة الدراسة

أجريت الدراسة في منطقتين جغريتين تتميزان بمناخين مختلفين . المنطقة الأولى الربة في محافظة الكرك دائرة عرض $16^{\circ} 31'$ وخط طول $45^{\circ} 35'$ على ارتفاع (920 م) مستوى سطح البحر، أجريت الدراسة داخل وخارج البيوت البلاستيكية بكلية الزراعة /جامعة مؤتة). ما المنطقة الثانية فهي ديرعلا، فتقع على خط طول $37^{\circ} 35'$ ودائرة عرض $12^{\circ} 32'$ وتنخفض (224) م تحت مستوى سطح البحر. ويبلغ معدل سقوط الأمطار 70 ملم في هذه المنطقة ، التي تتميز بمناخ شبه استوائي قاري، ويوضح شكل (5) موقعي الدراسة. تتأثر منطقة الربة بمناخ حوض البحر الأبيض المتوسط ، حيث يدلغ معدل

شكل (١) موقع منطقتي الدراسة وتوزيع درجات الحرارة في الاردن.



المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني، ٢٠٠٦.

هطول الأمطار في هذه المحطة (335 ملم). واستخدم لإجراء الدراسة بيت بلاستيكي طوله (50 م) وعرضه (9م)، ومساحة الأرض المغطاة (500 م²)، واتجاهه شرق - غرب. يتكون البيت البلاستيكي من قضبان من الحديد المقلفن على شكل نصف دائرة مغطى بطبقة رقيقه سماكتها (220) ميكرومتر من البوليثلين الشفاف الذي يسمح للأشعة قصيرة الموجة بالنفاذ من خلاله ويمنع الأشعة الحرارية المنبعثة من داخل البيت البلاستيكي من الخروج . وتتغير كمية الضوء تحت ظروف الرطوبة المختلفة بنسبة اقل من 2% من كمية الضوء الكلية النافذة (Bakker.,1990;Bakker.,1991).

3.2 قياس العناصر المناخية

ترتكز الدراسة الحالية على المنهجين التجريبي والنظري، فقد رصدت العوامل الجوية في منطقة الربة، داخل وخارج البيت البلاستيكي خلال الفترة الزمنية الممتدة من 27/7/2006 - 21/6/2006 والمحصول المزروع خلال هذه الفترة كان نبات البندورة.

رصدت كل من درجة حرارة الهواء على ارتفاع 2م & 3.85م والرطوبة النسبية وصافي الإشعاع ودرجة حرارة النبات ودرجات الحرارة للتربة على أعماق 1 سم، 5 سم، 10 سم، وبمعدل كل نصف ساعة داخل البيت البلاستيكي خلال الفترة من 21/6/2006 - 18/7/2006 وباستخدام جهاز (Data logger). ويظهر من الشكل (6) الغطاء النباتي الذي وضعت أجهزة القياس ضمن بيئته.



شكل رقم (6)

البيت البلاستيكي الذي وضع بداخله حوض التبخر A و جهاز (Data logger) لقياس العناصر الجوية.

أما خارج البيت البلاستيكي فقد تم خلال الفترة 19/7/2006-27/7/2006 قياس كل من سرعة الرياح واتجاهها من خلال مؤشر الرياح وجهاز الانيموميتر شكل (7) كما تم قياس درجة حرارة الهواء العظمى والصغرى والرطوبة النسبية على ارتفاع 3.25م وارتفاع 1.9م كما تم قياس صافي الإشعاع بالإضافة إلى درجات الحرارة على أعماق 5 سم، 10سم، 20سم، 30سم. تم جمع القراءات ثم نقلها إلى جهاز الحاسوب من أجل تحليلها.

كما حسبت كمية التبخر من خلال حوض التبخر Class A pan الذي يستخدم بشكل واسع في محطات الأرصاد الجوية ومراكز البحث العلمي حيث تضاف له كمية من المياه لارتفاع معين كل عدة أيام لتعويض النقص الحاصل من المياه بفعل التبخر. ويوضح الشكل (8) حوض التبخر Class A pan. وهناك علاقة قوية تجعل الحسابات من خلال حوض التبخر بديل مناسب لتقديرات بنمان -مونتيث (Guo et al, 2002).



شكل رقم (7)

جهاز الانيموميتر ومؤشر الرياح في محطة الأرصاد الجوية في الربة

في منطقة ديرعلا ذات الأهمية الزراعية التي يتركز ما نسبته 68% من البيوت البلاستيكية في هذه المنطقة ومحيطها ، رصدت العناصر الجوية بمعدل كل ساعة كدرجة حرارة الهوالوطوية النسبية والإشعاع الشمسي والفرق في ضغط بخار الماء داخل البيت البلاستيكي خارج بيت بلاستيكي كما رصدت العناصر الجوية بمعدل كل نصف ساعة خارج البيت البلاستيكي.



شكل رقم (8)

حوض التبخر Class A pan المستخدم في الدراسة.

استخدمت حزمة التحليل الاحصائي SPSS لإيجاد معاملات الارتباط بين العوامل الجوية المختلفة ومقدار التبخرنتح ومعامل الارتباط بين كمية التبخر المحسوبة نظريا وتجريبيا.

كما استخدمت معادلة بنمان -مونتيث (5-a) لإيجاد التبخرنتح القياسي داخل البيت البلاستيكي كل ساعة في منطقة ديرعلا (Allen et al,1998).

$$ET_o = \{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma(37.5/T + 273)U_2(e_s - e_a)\} / \Delta + \gamma(1 + 0.34U_2) \quad \text{-----}(5-a)$$

واستخدمت معادلة بنمان -مونتيث (5-b) لإيجاد التبخرنتح كل نصف ساعة في منطقة الربة داخل وخارج البيت البلاستيكي.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma(18.75/T + 273)U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (5-b)$$

حيث :

ET_o : التبخر نتح القياسي (mm).

R_n : صافي الإشعاع المتدفق عند سطح الأرض (MJ/m^2).

G : التدفق الحراري للتربة (MJ/m^2).

T : متوسط درجة حرارة الهواء على ارتفاع 2م ($^{\circ}C$).

U_2 : سرعة الرياح مقاسة على ارتفاع 2م (m/s).

e_s : ضغط بخار الماء الاشباعي (KP_a)

e_a : ضغط بخار الماء الفعلي (KP_a)

$(e_s - e_a)$: الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي (KP_a)

Δ : ميل منحنى العلاقة بين ضغط البخار المشبع ودرجة الحرارة $KP_a/^{\circ}C$

γ : ثابت الرطوبة الجوية وتحسب قيمته من معادلة يدخل في حساباتها كلا من الارتفاع عن مستوى سطح البحر (m) ومتوسط الضغط الجوي (مليبار) والحرارة الكامنة للتبخر (J/kg).

$$\gamma = 0.00163(P/\lambda) \quad (6)$$

P : الضغط الجوي ب KP_a

λ : ثابت قيمته $2.45KP_a$

يحسب الضغط الجوي من خلال الباروميتر الزئبقي أو الفلزي أو من خلال المعادلة التالية بالنسبة لمستوى سطح البحر:

$$P = 101.3 \left\{ \frac{293 - 0.0065z}{293} \right\}^{5.26} \quad (7)$$

حيث z الارتفاع عن مستوى سطح الأرض.

كما يحسب ميل ضغط بخار الماء الاشباعي من خلال المعادلة التالية:

$$\Delta = 2503 \text{EXP} \left[\frac{17.27T}{(T+237.3)} \right] / (T+237.3)^2 \quad (8)$$

حيث T متوسط درجة حرارة الهواء لليوم ب سيلوسوس

يحسب متوسط درجة الحرارة T من خلال المعادلة التالية:

$$T_{\text{mean}} = (T_{\text{min}} + T_{\text{max}}) / 2. \quad (9)$$

حيث T_{min} : درجة الحرارة الصغرى

T_{max} : درجة الحرارة العظمى

كما يحسب متوسط ضغط بخار الماء الاشباعي من المعادلة التالية:

$$e_s = [e_o(T_{max}) + e_o(T_{min})]/2 \quad \text{-----} \quad (10)$$

وتحسب قيمة ضغط بخار الماء الاشباعي عند درجات الحرارة العظمى والصغرى

من خلال المعادلتين التاليتين (Oroud,1997)

$$e_o(T_{max}) = 6.108 * \exp((17.27 * T_{max}) / (T_{max} + 237.3)) \quad \text{---} \quad (11)$$

$$e_o(T_{min}) = 6.108 * \exp((17.27 * (T_{min})) / ((T_{min}) + 237.3)) \quad \text{---} \quad (12)$$

ولإيجاد قيمة ضغط بخار الماء الفعلي نطبق المعادلة التالية:

$$e_a = \{ (e_o(T_{max}) * RH_{min}/100) + (e_o(T_{min}) * RH_{max}/100) \} / 2 \quad (13)$$

حيث RH_{min} : القيمة الصغرى للرطوبة النسبية

RH_{max} : القيمة العظمى للرطوبة النسبية

R_n صافي الإشعاع، يحسب من المعادلة التالية:

$$R_n = 0.77R_s - \{ ac(R_s/R_{so}) + bc \} * (a1 + b1ed^{-1/2}) * \sigma(TK_x^4 + TK_n^4) / 2 \quad \text{-----} \quad (14)$$

حيث R_s : الإشعاع الشمسي الوارد $MJM^{-2}d^{-1}$

R_{so} : الإشعاع الشمسي عندما تكون السماء صافية $MJM^{-2}d^{-1}$

ed : متوسط ضغط بخار الماء KPa

σ : ثابت ستيفان - بولتزمان ويساوي $4.9 * 10^{-9} MJm^{-2}K^{-4}d^{-1}$

TK_x : درجة حرارة الهواء العظمى K

TK_n : درجة حرارة الهواء الصغرى K

$a1, bc, ac$ ثوابت وتساوي (1.35 , -0.35 , 0.34 , -0.14)

وعندما تكون السماء صافية فان الإشعاع الشمسي يحسب من المعادلة التالية:

$$R_{so} = (0.75 + 2 * 10^{-5}z)R_a \quad \text{-----} \quad (15)$$

حيث Z ارتفاع المحطة بالمتر.

$$R_a = 37.6 dr (\omega_s \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \sin \omega_s) \quad \text{-----} \quad (16)$$

حيث dr : المسافة التقريبية بين الأرض والشمس

ω_s : زاوية الغروب بالراد.

Φ : خط عرض المكان بالراد.

δ : زاوية ميل الشمس بالراد.

المسافة التقريبية بين الأرض والشمس تحسب من خلال المعادلة التالية:

$$dr: 1+0.003\cos(0.0172 J). \quad (17)$$

حيث J: اليوم الجولياني ، أو رقم اليوم في السنة.

في حين تحسب ω_s (Sunset hour angle) من خلال المعادلة التالية:

$$\omega_s = \arccos(-\tan \Phi \tan \delta) \quad (18)$$

$$\delta = 0.409 \sin(0.0172 J - 1.39) \quad (19)$$

وحسبت قيمة تدفق الطاقة الأرضية G كل نصف ساعة داخل وخارج البيت البلاستيكي من خلال المعادلة (20).

$$G = K_t (T_2 - T_1) \Delta t / L \quad (20)$$

G : تدفق الحراري للتربة (J)

K_t : معامل التوصيل الحراري (J/m.s.°C).

($T_2 - T_1$) : الفرق في درجة الحرارة بين العمقين (°C)

Δt : الفترة الزمنية (s)

L : عمق التربة (m).

وتفترض قيمة تدفق الطاقة الأرضي صفر خلال مدة 24 ساعة.

إن الإشعاع اللحظي (R_{ai}) يوم صافي يمكن التعبير عنه من خلال المعادلة

التالية: (Lu Zhang and Lemeur, 1995).

$$R_{ai} = R_{am} \sin(\pi t / N) \quad (21)$$

حيث: R_{am} : الإشعاع الشمسي وقت الظهيرة

t : الوقت ابتداء من الشروق

N : الفترة الزمنية الممتدة من الشروق إلى الغروب

ولإيجاد كمية الإشعاع الشمسي خلال اليوم (R_{ad}) نجري عملية التكامل للفترة

الزمنية الممتدة من الشروق (أي الزمن صفر) إلى نهاية فترة الإشعاع N

$$R_{ad} = \int_0^N R_{am} \sin(\pi t / N) dt = (2N / \pi R_{am}). \quad (22)$$

3.3 موازنة الطاقة داخل وخارج البيت البلاستيكي

تبخر الماء يتطلب عادة قدر كبير من الطاقة، إما على شكل طاقة إشعاعية أو حرارة محسوسة. لذلك فإن عملية التبخر تنتج بتأثر باستبدال الطاقة من السطح الذي ينمو فيه النبات، وهي محددة بكمية الطاقة المتوفرة . وبسبب هذه المحدودية يصبح من الممكن التنبؤ بمعدل التبخر عن طريق تطبيق مبدأ حفظ الطاقة . يجب أن نأخذ بعين الاعتبار للطاقة الجارية عند إجراء معادلة توازن الطاقة . وتكتب موازنة الطاقة على النحو التالي:

$$R_n - G - \alpha ET - H = 0 \quad (23)$$

حيث (Rn) هي صافي الإشعاع، و(H) : الحرارة تسخين الهواء، و(G) : تدفق حرارة التربة و(αET) : الحرارة الكامنة للتبخر. إن المعادلة مقيدة بأربعة عناصر: $R_n, H, \alpha ET, G$ ، لم يؤخذ بالاعتبار أي عناصر أخرى للطاقة مثل الحرارة المخزنة أو الم نطلقة من للبات أو الطاقة المستخدمة في النشاطات الأيضية ، وهذه العناصر تحسب في كسر صغير من صافي الإشعاع اليومي وهو مقدار صغير جداً إذا ما قورن مع العناصر الأربعة الأخرى لذا يمكن إهمالها في موازنة الطاقة. يمكن اشتقاق تدفق الحرارة الكامنة (αET) التي تمثل كسر التبخر من معادلة توازن الطاقة في حال تم معرفة جميع العناصر الأخرى. وكذلك يمكن قياس أو تقييم صافي الأشعة (Rn) وتدفق حرارة التربة (G) من طريق عوامل المناخ . وتتطلب (H) قياس دقيقة لقياس درجة ميل الحرارة فوق السطح (Both, et al., 1997).

يمكن اعتبار البيوت البلاستيكية مجموعات للطاقة الشمسية (Boulard and Baille, 1987) حيث يمكن كتابة معادلة موازنة الطاقة للبيت البلاستيكي:

$$\eta G_0 - K_s \Delta T - K_1 \Delta e - K_c \Delta T - Q_m = 0 \quad (Wm^{-2}) \quad (24)$$

حيث $\eta G_0 (Wm^{-2})$: الإشعاع الشمسي الممتص من سطح التربة داخل البيت.

$\Delta T = T_i - T_o (K)$: الفرق في درجة حرارة الهواء بين الداخل والخارج.

$\Delta e = e_i - e_o (Pa)$: الفرق في ضغط بخار الماء بين الداخل والخارج.

K_c ($Wm^{-2} K^{-1}$) : معامل انتقال الحرارة لمادة الغطاء.

K_s ($Wm^{-2} K^{-1}$) : معامل انتقال الحرارة من خلال التهوية.

K_1 ($Wm^{-2} Pa^{-1}$) : معامل انتقال الحرارة الكامنة.

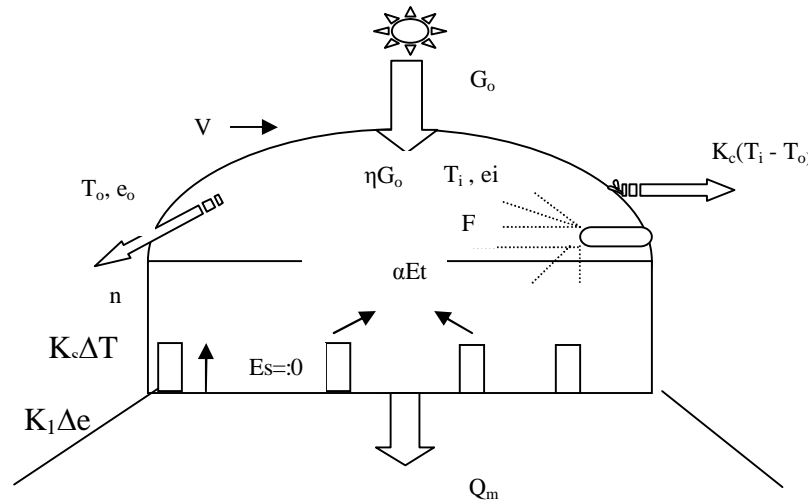
Q_m (Wm^{-2}) : معدل تخزين الحرارة.

تمثل الحدود الثلاثة الأولى في المعادلة (24) على التوالي الأشعة الشمسية المكتسبة والحرارة الكامنة المتبادلة من خلال التهوية، K_s و K_1 تمثل معدل تبادل الهواء خلال البيت البلاستيكي أما العامل $(K_c \Delta T)$ فيمثل انتقال الحرارة فوق السطح وتشمل فقدان الحرارة بالحمل والإشعاع (الحرارة المفقودة). والعامل Q_m الذي يمثل الحرارة المخزنة يمكن إهماله وذلك لأنه صغير جداً مقارنة مع تدفقات

الطاقة الأخرى بحيث تصبح المعادلة (24) كما يلي:

$$\eta G_o - K_s \Delta T - K_1 \Delta e - K_c \Delta T = 0 \quad (Wm^{-2}) \quad (25)$$

ويمثل الشكل (9) عناصر موازنة الطاقة والمادة.



شكل رقم (9)

موازنة الطاقة والمادة للبيت البلاستيكي

F : الحرارة الكامنة للتبخر لبخار الماء

Es : التبخر من التربة

αEt : النتح من المحاصيل

(Boulard and Baille, 1993)

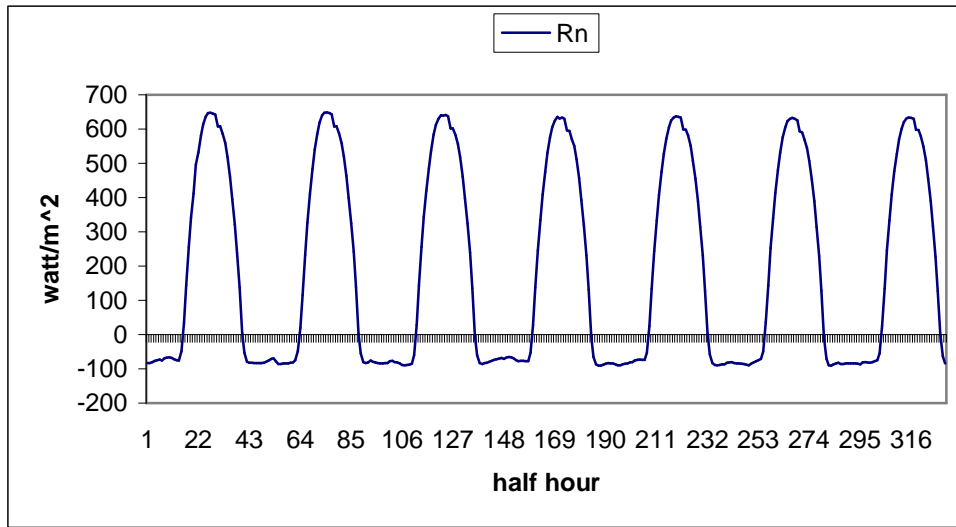
الفصل الرابع عرض النتائج

1.4 منطقة الربة

1.1.4 العناصر الجوية

(أ) صافي الإشعاع:

تم قياس صافي الإشعاع داخل وخارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة باستخدام راديوميتر وتم تسجيل البيانات كل نصف ساعة باستخدام مسجل بيانات اوتوماتيكي نوع Delta-T Logger. بلغ معدل مجموع صافي الإشعاع اليومي 21.26 MJ/m^2 خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة 20/7/2006-26/7/2006 ويشير الشكل (10) إلى أن المعدل اليومي لصافي الإشعاع لم يطرأ عليه تغير يذكر وكانت قيمة متجانسة خلال فترة الدراسة، مما يعني انه يمكن استخدام يوم واحد لتمثيل القراءات الساعية كما في الشكل (12).

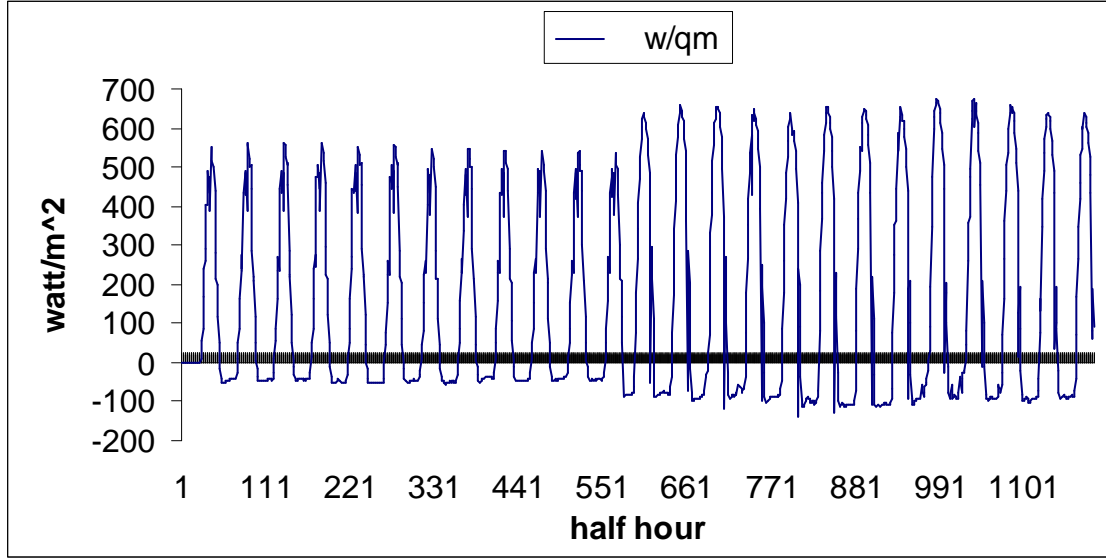


شكل رقم (10)

صافي الإشعاع مقاسا كل نصف ساعة خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة -20/7/2006
26/7/2006

كما تم قياس صافي الإشعاع كل نصف ساعة ،في نفس المنطقة داخل البيت البلاستيكي، خلال الفترة من 21/6/2006-17/7/2006 حيث كانت القيم العظمى لصافي الإشعاع خلال فترة الدراسة بحدود ال 500 W/m^2 كما يظهر من الشكل

(11) وبلغ معدل صافي الإشعاع خلال نصف ساعة داخل البيت البلاستيكي 0.71 MJ/m^2 في حين كان معدل صافي الإشعاع اليومي بحدود 17.7 MJ/m^2 خلال نفس الفترة. وبلغت نسبة صافي الإشعاع النافذ داخل البيت البلاستيكي إلى صافي الإشعاع خارجة 83% .



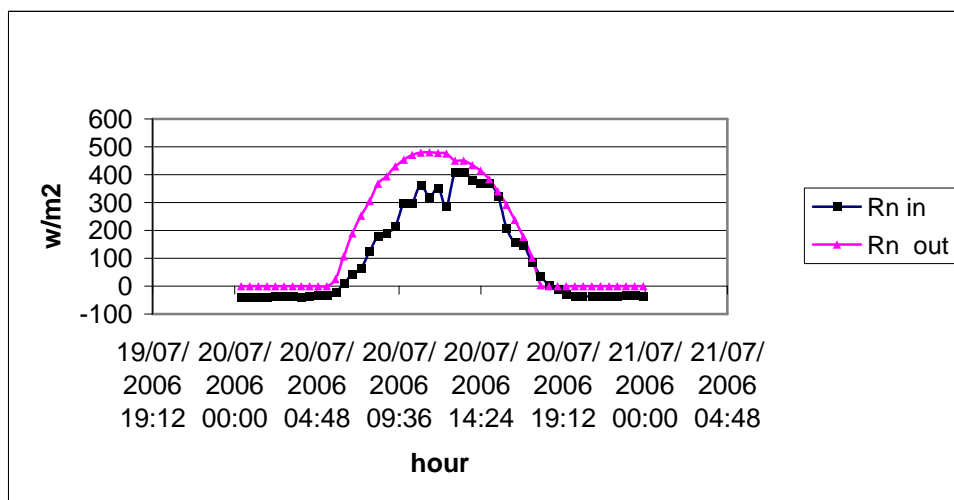
شكل رقم (11)

صافي الإشعاع مقاسا كل نصف ساعة داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربية خلال فترة مختارة من 21/6/2006-17/7/2006

من خلال تتبع تغير صافي الإشعاع داخل البيت البلاستيكي وخارجة كان تغير صافي الإشعاع مشابها لقمة موجة منتظمة الشكل (12). كان معدل صافي الإشعاع الساعي واليومي خارج البيت البلاستيكي أكبر منه داخل البيت ويعود ذلك إلى انعكاس جزء من الضوء الساقط على سطح البلاستيك نظرا لتغير لونة بسبب زيادة طول فترة الاستخدام وانخفاض معامل النفاذية.

يعتبر الإشعاع الشمسي العامل الحاسم في زيادة التبخرنتح داخل البيوت البلاستيكية في ظل انعدام تأثير الرياح. وتشير العلاقة بين التبخرنتح وصافي الإشعاع إلى التوافق التام كما يبدو من الشكل (13) ويزداد معدل التبخرنتح خطيا بزيادة صافي الإشعاع، وبالنسبة لمحصول صغير فان زيادة في الإشعاع الشمسي بمقدار $1 \text{ MJm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ينتج عنها زيادة في النتح بمقدار 0.09 mmday^{-1} وبالنسبة لمحصول ناضج فان زيادة مقدارها $1 \text{ MJm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ تزيد النتح بمقدار 0.14

(Jolliet et al., 1992) mm/day ويعود سبب ذلك إلى أن التبخرنتح يحتاج إلى طاقة بحيث يحتاج 1kg من الماء إلى 2.45MJ ليتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية. والشمس هي مصدر هذه الطاقة.

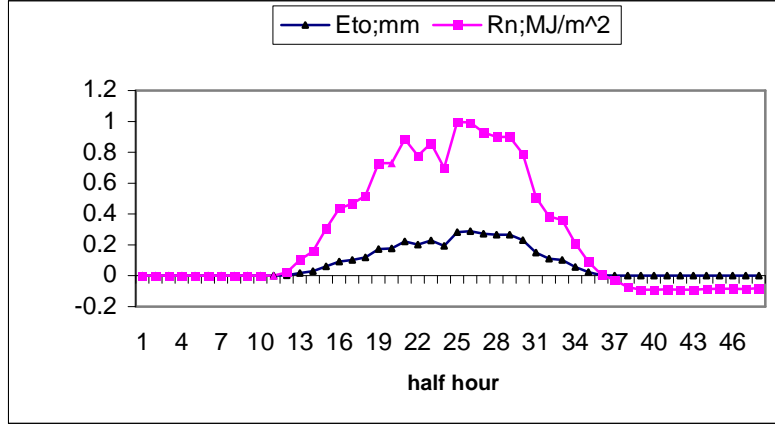


شكل رقم (12)

مسار تغير قيم صافي الإشعاع خلال يوم كامل مقاسا كل نصف ساعة داخل البيت البلاستيكي وخارجة في منطقة الربة

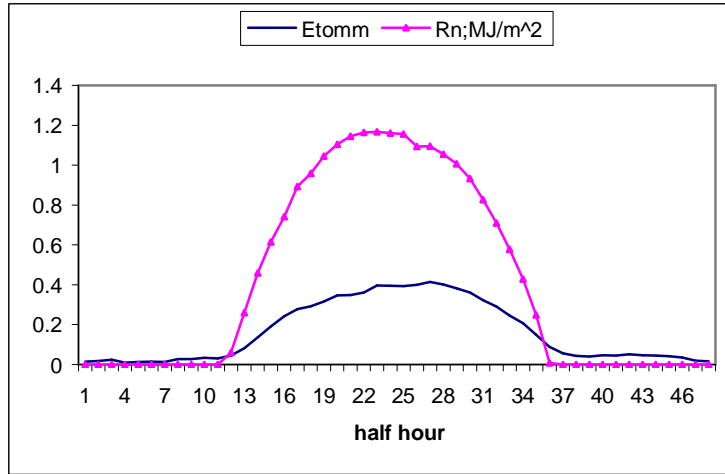
إن معدل التبخرنتح يعرف على انه معدل التدفق الحراري الكامن وتدفق الحرارة المتوفر إثناء فترة النهار والكثير من العلماء يربطون بين مجاميع التبخرنتح اليومية وتغير درجة حرارة منتصف اليوم والإشعاع الشمسي (Jackson et al., 1977). ويظهر من الشكل (14) تطور العلاقة بين التبخرنتح المقدر حسب معادلة بنمولنتيث وصافي الإشعاع خارج بيت بلاستيكي في منطقة الربة بحيد ث يكون التبخرنتح قليلا جدا خلال الليل (Van Bavel et al., 1962). وبمقارنة الشكلين (13) و(14) يظهر التوافق الكبير في علاقة التبخرنتح بصافي الإشعاع وتذبذب قيم التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي تبعا لتغير شدة الإشعاع التي تتأثر بغطاء البيت البلاستيكي.

لذا يمكن استخدام صافي الإشعاع داخل البيوت البلاستيكية لتقدير التبخرنتح.



شكل رقم (13)

التبخرنتج مع صافي الإشعاع ليوم واحد 22/6/2006 داخل بيت بلاستيكي مزروع بالبندورة في منطقة الربة



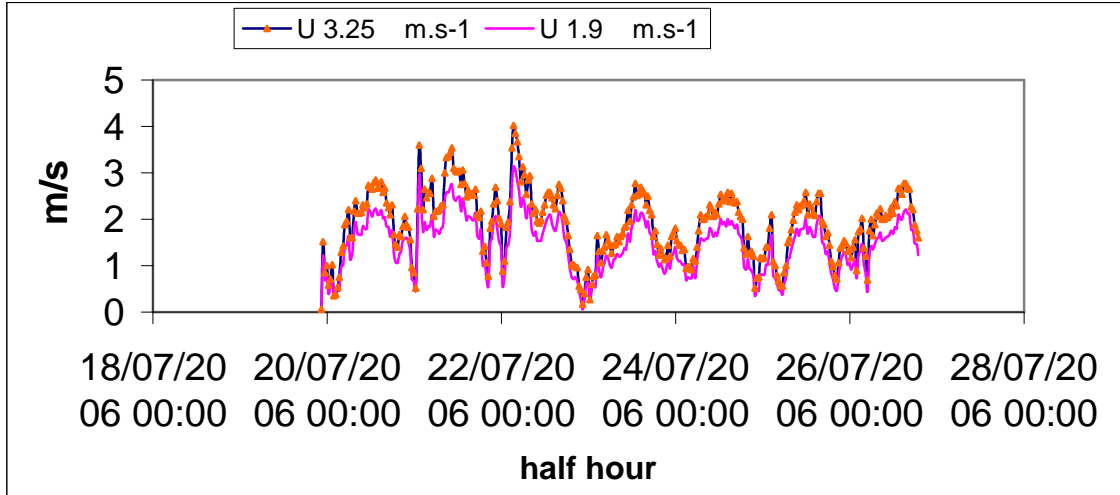
شكل رقم (14)

التبخرنتج مع صافي الإشعاع ليوم واحد 20/6/2006 خارج البيت البلاستيكي مزروع بالبندورة في منطقة الربة

(ب) الرياح

تم قياس سرعة الرياح في منطقة الربة كل نصف ساعة خارج البيت البلاستيكي فقد بلغت أعلى قيمة لسرعة الرياح 3.13m/s واقل قيمة 0.04m/s وكان معدلها 1.46m/s على ارتفاع 1.9m. ومرت منطقة الدراسة بسبع فترات تغير رئيسية لسرعة الرياح، كما يلاحظ من الشكل رقم (15). أما على ارتفاع 3.25m فكانت أعلى قيمة لسرعة الرياح 4.02m/s واقل قيمة 0.06 m/s وكان معدل سرعة الرياح 1.9m/s تقريبا. ويظهر من الشكل رقم (15)، الاختلاف في

قيم سرعة الرياح على ارتفاعي (1.9&3.25m) وقد كان معدل سرعة الرياح على ارتفاع 1.9m اقل منه على ارتفاع 3.25m بنسبة 24%



شكل رقم (15)

سرعة الرياح على ارتفاع 3.25 & 1.9م في منطقة الربة خارج بيت بلاستيكي ويشير الشكل رقم (16) إلى علاقة الرياح بالتبخرنح حيث يزداد معدل التبخرنح بشكل خطي بزيادة سرعة الرياح (Soer,1980).حسب معادلة دالتون

$$.E=F(u)\{es-ea\} \quad \text{-----} \quad (26)$$

حيث :

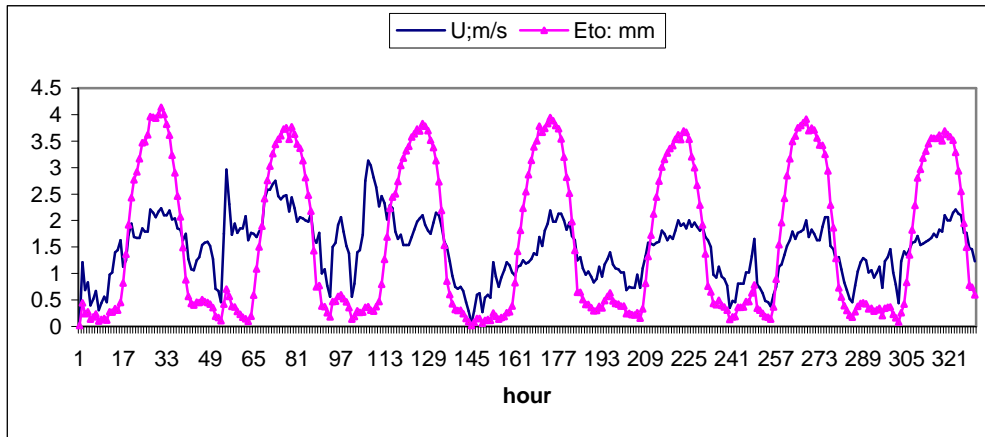
E : التبخر.

F(u): سرعة الرياح.

es: ضغط بخار الماء المشبع.

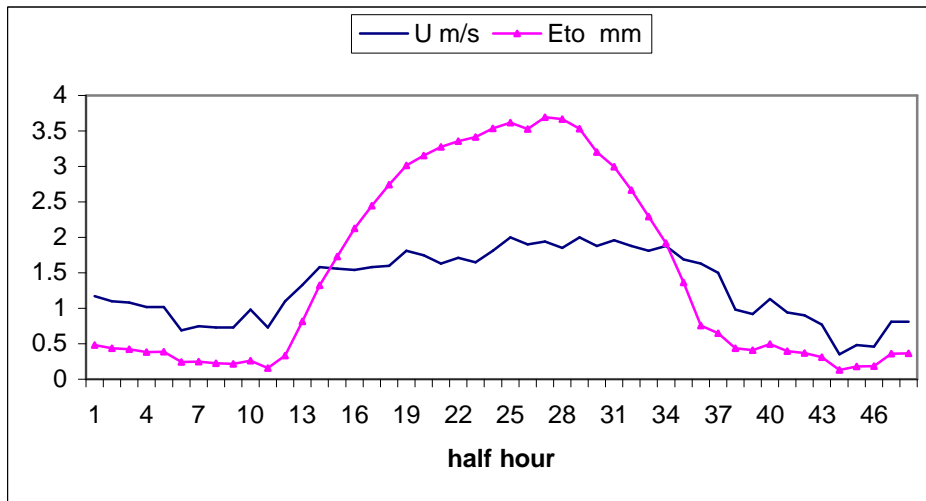
ea: ضغط بخار الماء الفعلي.

وتعمل الرياح على كنس أو إزاحة جزيئات بخار الماء من فوق سطح التبخر محفزة بذلك عملية التبخرنح (العروود، 2002) وعندما تصبح الطبقة السطحية مشبعة تتوقف عملية التبخرنح . ان زيادة سرعة الرياح بمقدار 1m/s يزيد النتح لمحصول صغير بمقدار 0.13mm/day (Jolliet et al ., 1992).



شكل رقم (16)

علاقة التبخرنتح مضروبا في 10 مع الرياح خارج البيت البلاستيكي



شكل رقم (17)

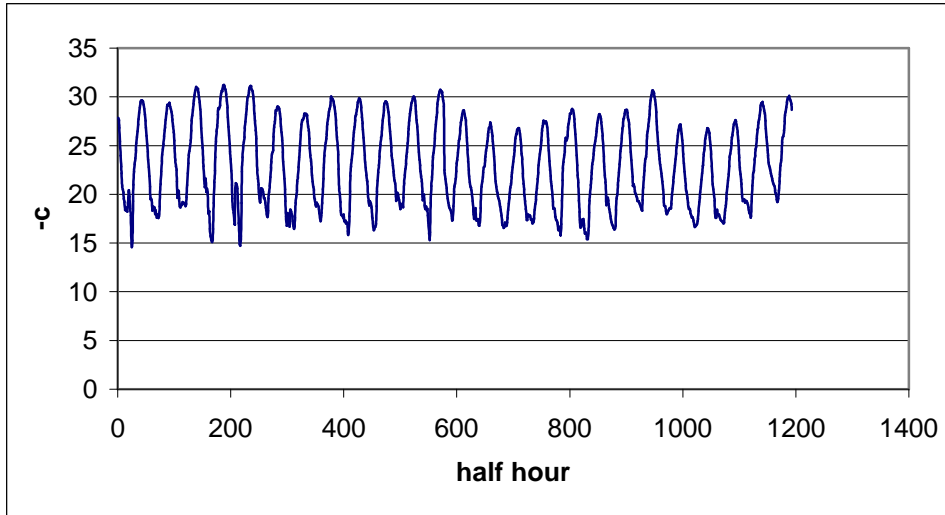
التغير الساعي لقيم التبخرنتح مضروبة ب10 مع سرعة الرياح

ومن خلال تتبع قيم التبخرنتح مع سرعة الرياح المحسوبة والمقاسة كل نصف ساعة الشكل (17) يلاحظ التوافق الكبير لتغير قيم التبخرنتح مع سرعة الرياح خاصة أثناء الليل حيث يغيب تأثير الإشعاع الشمسي ويكون لسرعة الرياح الحسم في زياد قيم التبخرنتح.

ج) درجة الحرارة

رصدت درجات الحرارة في منطقة الربة داخل البيت البلاستيكي كل نصف ساعة، خلال الفترة من 2006/6/21 - 2006/7/17، حيث كان معدل درجة الحرارة خلال هذه الفترة 22.9°C في حين كانت أعلى درجة حرارة 31.3°C

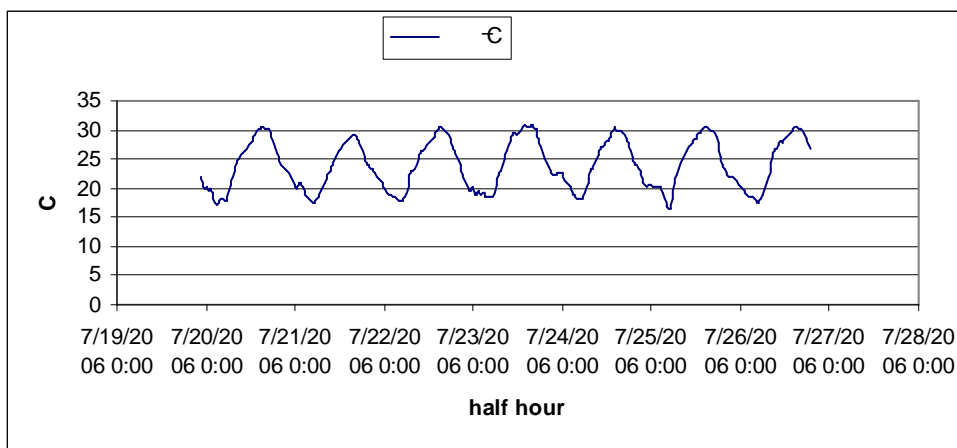
واقل درجة 15°C سجلت خلال فترة الدراسة التي لم تشهد تطرفات ملحوظة في درجة الحرارة كما يظهر من الشكل (18).



شكل رقم (18)

درجة حرارة الهواء مقاسة كل نصف ساعة في منطقة الربة خلال الفترة من 2006/6/21 - 2006/7/17م داخل البيت البلاستيكي.

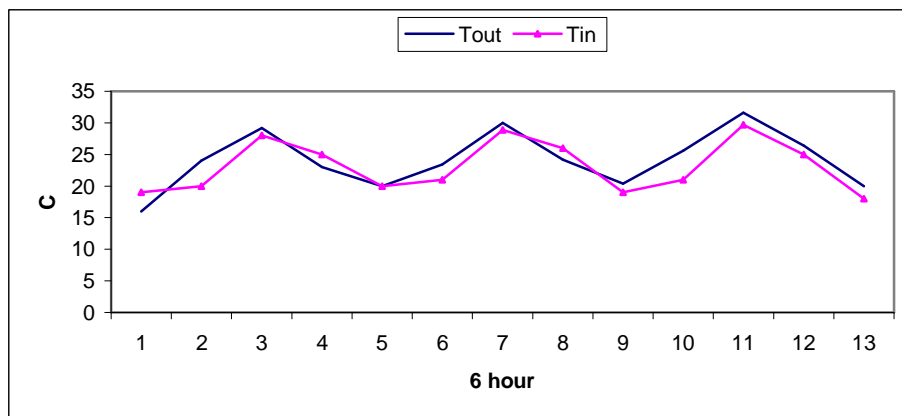
أما خارج البيت البلاستيكي فكانت درجات الحرارة منتظمة خلال الفترة من 2006/7/19 - 2006/7/26، حيث كان معدل درجات الحرارة 24°C وأعلى درجة حرارة 30.5°C و أقل درجة حرارة سجلت 16.5°C . كما يظهر بالشكل (19).



شكل رقم (19)

درجة حرارة الهواء في منطقة الربة خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2006/7/19 - 2006/7/26م

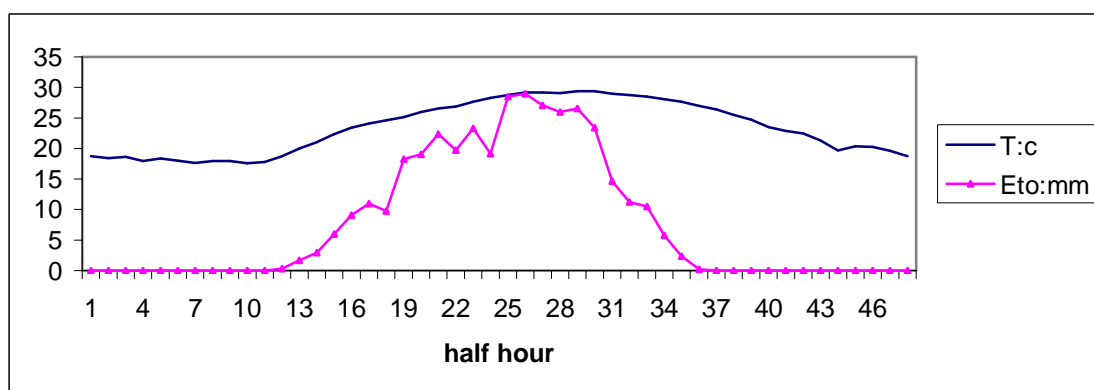
ويظهر من الشكل (20) التقارب النسبي لدرجات الحرارة داخل وخارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة خلال فترة الدراسة



شكل رقم (20)

التغير في درجة الحرارة داخل وخارج بيت بلاستيكي في منطقة الربة خلال الفترة من 2006/7/3-1

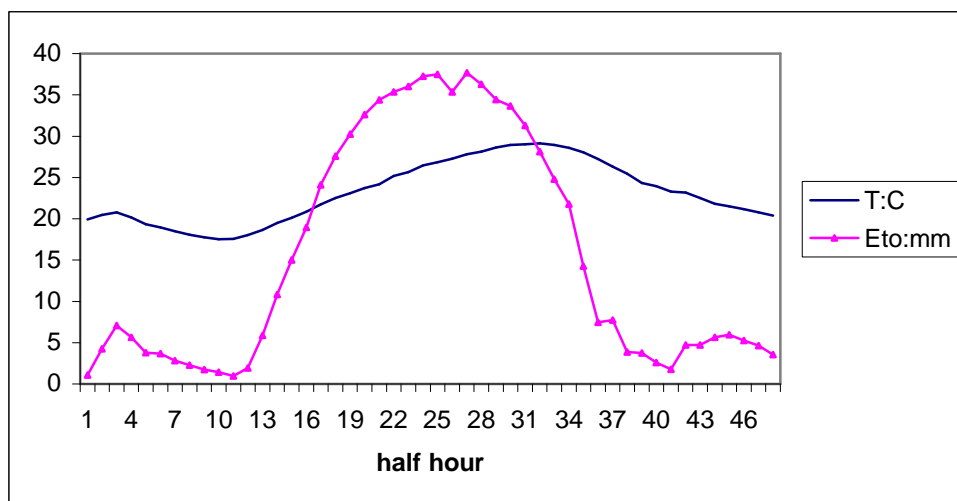
تناسب كمية التبخرنتج تناسبا طرديا مع زيادة درجة الحرارة كما يظهر بالشكلين (21 & 22). وتعمل الطاقة الحرارية على تفكيك الروابط بين جزيئات الماء مما يسمح لها بالتحرك من سطح السائل، وكلما ازدادت درجة حرارة الهواء كلما زادت قدرته على حمل بخار الماء (العروود، 2002)، وبالتالي زيادة التبخرنتج.



شكل رقم (21)

التبخرنتج مضروبا في 100 مع درجة الحرارة ليوم 22/6/2006 في منطقة الربة داخل بيت بلاستيكي

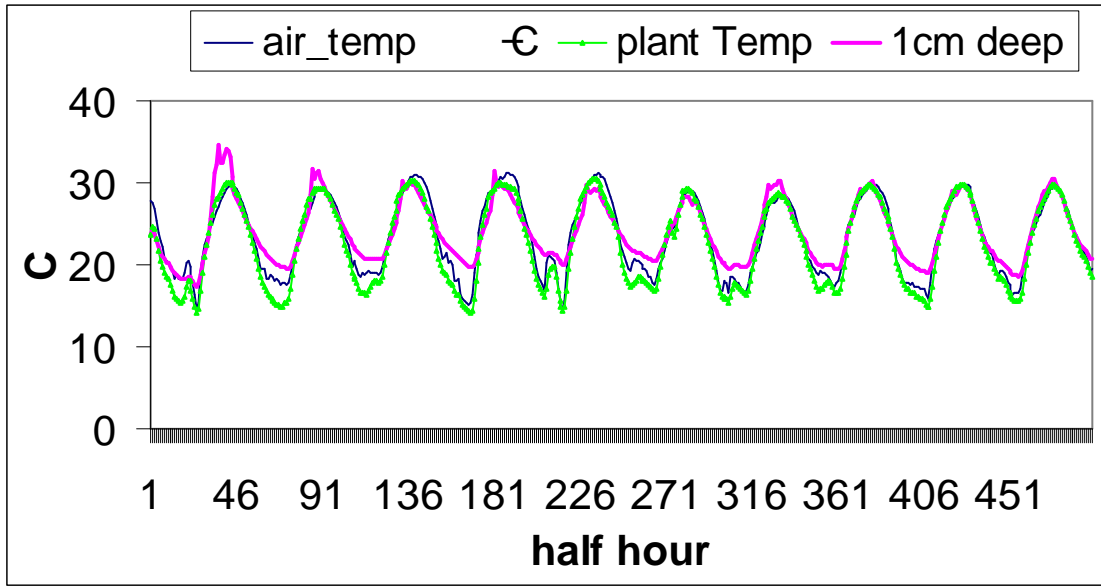
ويمكن تمثيل التغير الساعي لدرجات الحرارة مع التبخرنتح من خلال الشكلين (21&22) حيث لم يطرأ أي تغير يذكر على درجات الحرارة خلال الفترات الزمنية المتناظرة وبالتالي يمكن دراسة التغير في درجة الحرارة مقابل التبخرنتح ليوم واحد كل نصف ساعة داخل وخارج البيت البلاستيكي.



شكل رقم (22)

التبخرنتح مضروباً في 100 ودرجة الحرارة خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة ليوم واحد 20/7/2006.

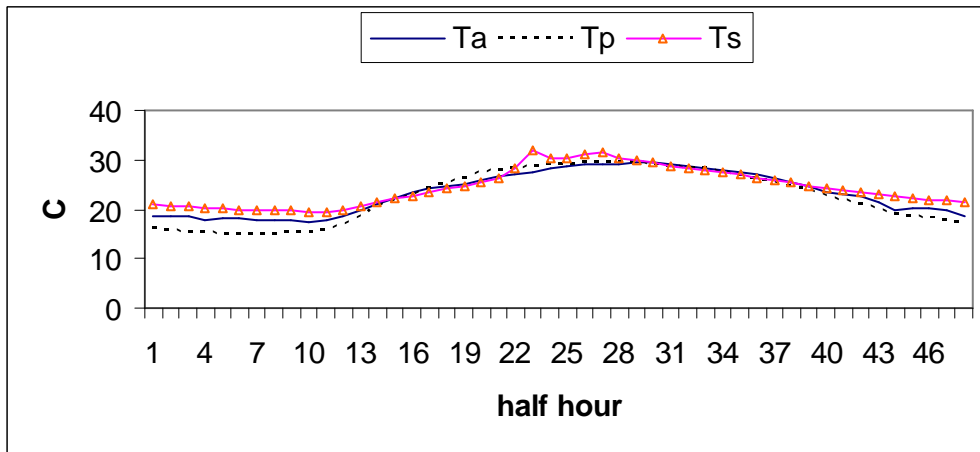
ومن خلال تتبع تغير قيم درجة حرارة ساق النبات ودرجة حرارة التربة على عمق 1cm و درجة حرارة الهواء على ارتفاع 2م من خلال الشكل (23) يظهر التوافق الكبير بين درجة حرارة ساق النبات ودرجة حرارة الهواء على ارتفاع 2m .ويتضح من الشكل (23) ارتفاع درجة حرارة التربة على عمق 1cm خلال الليل بالنسبة لدرجة حرارة ساق النبات ودرجة حرارة الهواء على ارتفاع 2m داخل البيت البلاستيكي ويعود ذلك إلى أن التربة تستفيد من الطاقة الحرارية المخزنة داخلها خلال ساعات النهار حيث تنتقل الحرارة نحو الأعلى ليلاً . وبالتالي يكون اتجاه التدفق الحراري للتربة من الأسفل إلى الأعلى . وبسبب قلة حركة الهواء داخل البيت البلاستيكي فإن عملية المزج للهواء ضعيفة، لذلك تكون درجة الحرارة داخل البيت البلاستيكي خلال النهار مرتفعة بالنسبة لخارج البيت البلاستيكي.



شكل رقم (23)

درجة الحرارة لساق النبات، وعمق 1cm في التربة والهواء على ارتفاع 2m داخل البيت البلاستيكي في منطقة الرية

ويمكن تتبع التغير الساعي لقيم درجة حرارة ساق النبات ودرجة حرارة التربة على عمق 1cm ودرجة حرارة الهواء على ارتفاع 2m من خلال الشكل (24) خلال يوم واحد للتوضيح . حيث يظهر التوافق بين حرارة ساق النبات ودرجة حرارة الهواء على ارتفاع 2m ويدل هذا التوافق انه يمكن استخدام درجة حرارة الهواء لحساب التبخرن تحت ضمن البيوت البلاستيكية لتقدير الاحتياجات المائية للنباتات في هذه البيوت.

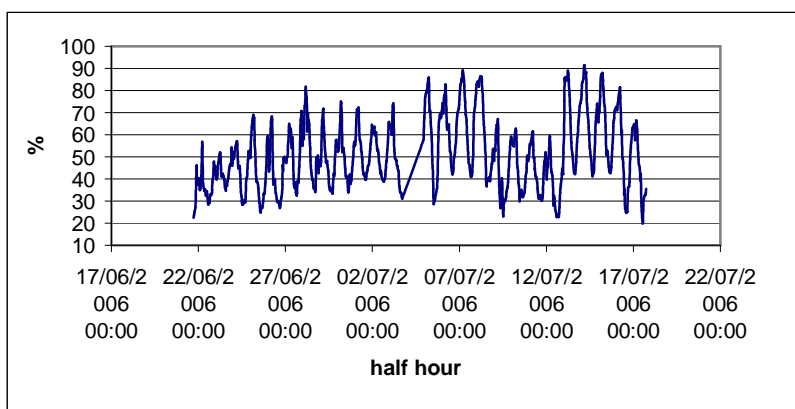


شكل رقم (24)

درجة الحرارة لساق النبات، وعمق 1cm والهواء على ارتفاع 2m داخل البيت البلاستيكي خلال 24 ساعة

د) الرطوبة النسبية

تكمن أهمية الرطوبة النسبية في أنها تعد مؤشر مهم لـ معرفة اثر البيوت البلاستيكية على خفض التبخرنتح داخلها . إذ ان التبخرنتح يعتمد على الفرق في عجز بخار الماء بين أوراق النباتات والهواء المجاور . وقد تم رصد قيم الرطوبة النسبية كل نصف ساعة داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربة كما يظهر من الشكل (25) حيث كانت أعلى قراءة سجلت %91 وأقل قراءة %20 ومعدل الرطوبة النسبية %51 خلال فترة الدراسة . ويعد تغير درجات الحرارة ارتفاعا وانخفاضا احد أهم الأسباب التي تؤدي إلى تباين قيم الرطوبة النسبية مع العلم انه كلما ازدادت درجة حرارة الهواء كلما ازدادت كمية بخار الماء اللازم لإشباعه والعكس صحيح(العروود،2002). ومع انخفاض درجات الحرارة خلال الليل في ظل بقاء كمية بخار الماء ثابتة نسبيا - كون النظام داخل البيت البلاستيكي معزول نسبيا عن الخارج فإن قيم الرطوبة النسبية تزداد كلما انخفضت درجات الحرارة . وتنخفض قيم التبخرنتح بزيادة قيم الرطوبة النسبية (Soer.,1980). ويحدث تكاثف لبخار الماء في الجزء الداخلي للأغطية البلاستيكية ليلا لانخفاض درجة حرارة هذه السطوح عن درجة حرارة نقطة الندى، والتي تتساقط على النباتات عند زيادة كميتها عن حد معين.

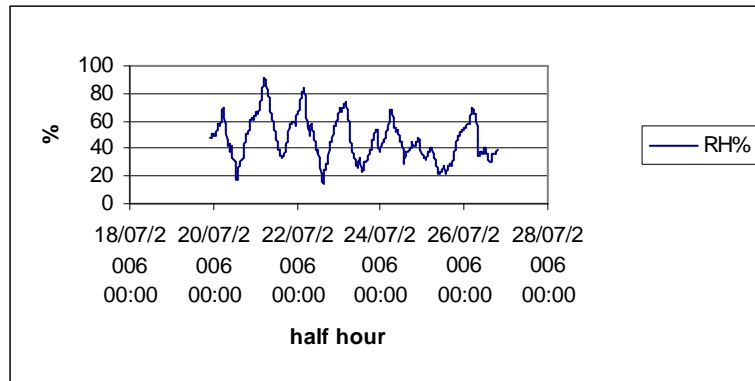


شكل رقم (25)

الرطوبة النسبية داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربة خلال الفترة 2006/6/21-

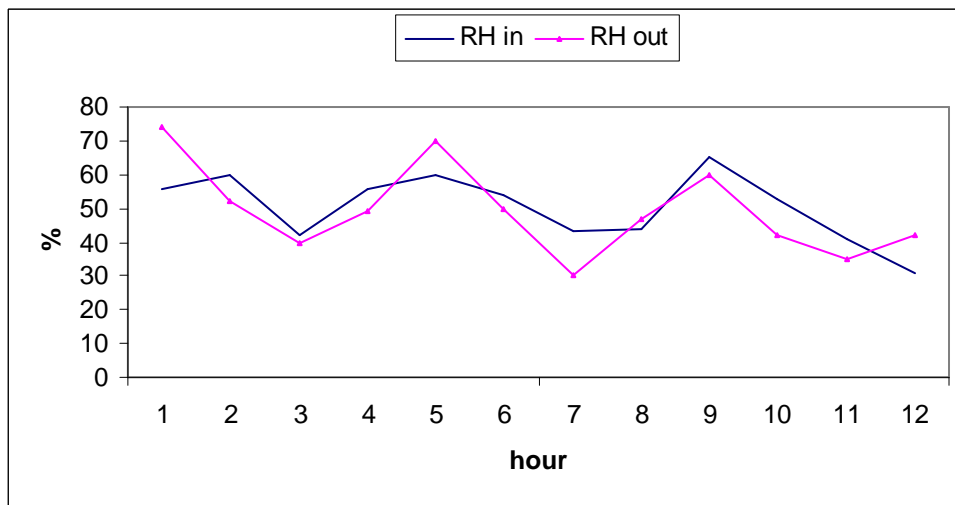
2006/7/17م

أما خارج البيت البلاستيكي فكان معدل الرطوبة النسبية في منطقة الربة خلال الفترة 19/7/2006-26/7/2006 مقاسة كل نصف ساعة 47%. وكانت أعلى قيمة للرطوبة النسبية 90.7% وأقل قيمة 15% يوضح الشكل رقم (26) تغير قيم الرطوبة النسبية خارج البيت البلاستيكي . ويمكن من خلال الشكل (27) ملاحظة انخفاض التذبذب اليومي للرطوبة النسبية ضمن البيت البلاستيكي مقارنة بما هو في الخارج. ومن خلال الشكل (27) نجد أن الرطوبة النسبية داخل البيت البلاستيكي ألي كثيرا منه في الخارج . وبما أن التبخرنتح يحدث في معظمه ضمن ساعات النهار فان ارتفاع الرطوبة النسبية يؤثر ايجابيا في تقليل التبخرنتح في الداخل مقارنة بما هو في الخارج.



شكل رقم (26)

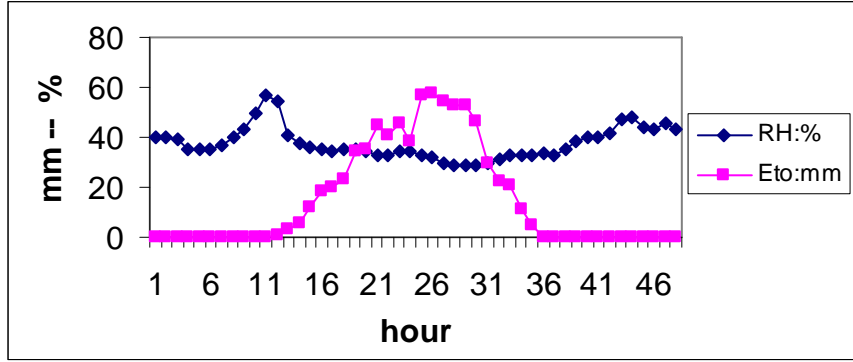
الرطوبة النسبية في منطقة الربة خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2006/7/19 - 2006/7/26م



شكل رقم (27)

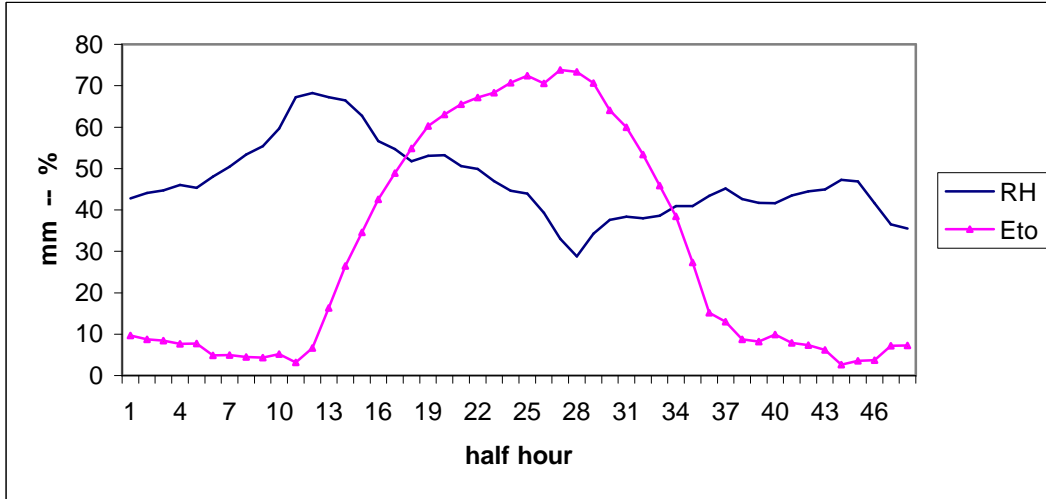
الرطوبة النسبية داخل وخارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة خلال الفترة 2006/7/3-1

وعند تتبع التغير الساعي لقيم الرطوبة النسبية والتبخرننتح على مدار يوم واحد كل نصف ساعة و من خلال الشكلين (28&29) تتبينالعلاقة العكسية بين كمية التبخرننتح و الرطوبة النسبية . ومع زيادة الرطوبة النسبية داخل البيت البلاستيكي واقترابها من حد الإشباع وفي ظل عملية خلط ضعيفة للهواء داخل البيت البلاستيكي يصبح من الصعب خروج جزيئات (H_2O) من سطح التبخر نظرا لإشباع الطبقة الهوائية الملاسة لسطح التبخر . وبالتالي يقترب النظام من حالة الاتزان التي يتساوى عندها عدد ما يفقد من (H_2O) مع عدد ما يُكسب.



شكل رقم (28)

التبخرننتح مضروبا ب200 مقابل الرطوبة النسبية ليوم 2006/7/2 في منطقة الربة داخل بيت بلاستيكي



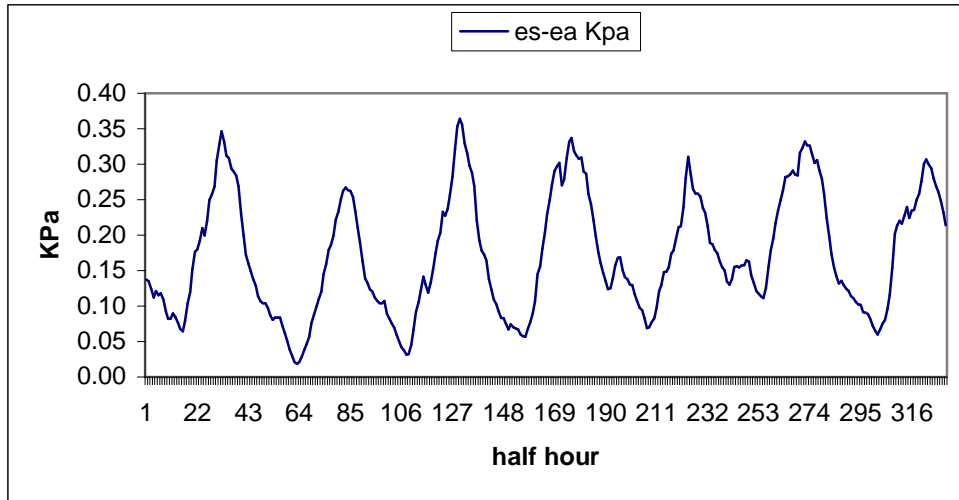
شكل رقم (29)

التبخرننتح مضروبا ب200 مقابل الرطوبة النسبية خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة ليوم 2006/7/23.

أما خارج البيت البلاستيكي وبسبب كون النظام مفتوحاً، حيث ان لعامل الرياح أهمية قصوى في عملية المزج بحيث لا يسمح -في حال كون الرياح نشطة- بتكون طبقة هوائية رطبة فوق سطح التبخر يتم إزالتها باستمرار ليحل مكانها هواء جديد جاف، وهذا يؤدي إلى بقاء عجز بخار الماء عاليا نسبياً أثناء النهار وبالتالي ازدياد التبخر حتى من السطوح الرطبة (العروء، 2002).

ه) الفرق في ضغط بخار الماء (es-ea)

يعتبر الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي من العوامل المهمة التي تؤثر بالتبخر حتى زيادة أو نقصاناً. وحسب معادلة دالتون $E = f(U) * (es - ea)$ يعتبر الفرق في ضغط بخار الماء (es-ea) العامل الأهم، بالإضافة إلى الرياح في تحديد التبخر حتى. ومن خلال المعادلات (10-2) استخراج قيم ضغط بخار الماء الاشباعي كما حسبت قيمة ضغط بخار الماء الفعلي من خلال المعادلة (13). بلغت أعلى قيمة للعجز في ضغط بخار الماء (Δe) 0.36 كيلوباسكال أدنى قيمة 0.02 كيلوباسكال وكان معدل قيمة 0.17 كيلوباسكال كما يتضح من الشكل (30).



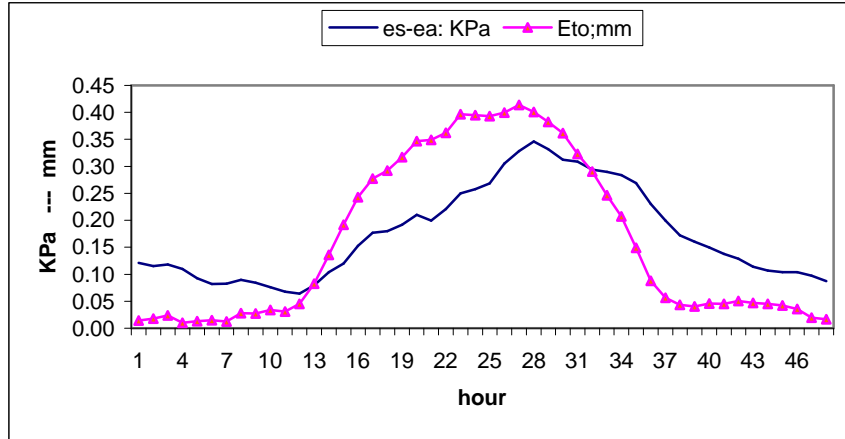
شكل رقم (30)

الفرق في ضغط بخار الماء خلال الفترة من 2006/6/21-2006/7/17 خارج البيت

البلاستيكي

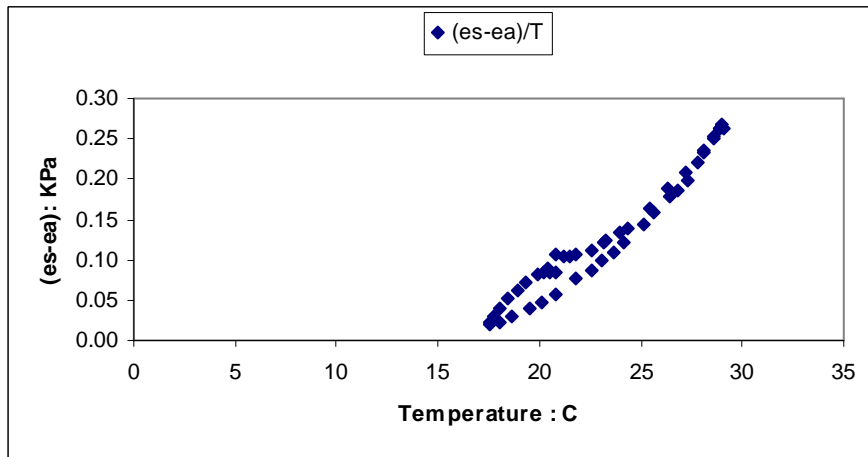
ومن تتبع القيم الساعية المستخرجة للفرق في ضغط بخار الماء كل نصف ساعة مع قيم التبخر حتى المقدرة من خلال معادلة بنمان - مونثيث رقم (5-b) تظهر العلاقة الطردية بينهما كما في الشكل رقم (31) من خلال نموذج قام به

(Jolliet et al., 1992) بحيث تحسب المجاميع اليومية للتبخرننتح من خلال التغير في درجة الحرارة وصافي الإشعاع ومحتوى التربة الرطوبي وال فرق في ضغط بخار الماء توصل إلى أن زيادة 0.1KPa في عجز ضغط البخار عند 4% رطوبة نسبية و 20 س° لمحصول صغير يزيد النتح بمقدار 0.013mm/day



شكل رقم (31)

الفرق في ضغط بخار الماء مع التبخرننتح ليوم 2006/7/20 خارج البيت البلاستيكي



شكل رقم (32)

العلاقة بين الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي ودرجة الحرارة على ارتفاع مترين خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة

والشكل (32) يُظهر التغير الساعي لدرجة حرارة الهواء مقابل الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي ليوم واحد بحيث انه عند ثبات كمية بخار الماء في وحدة الحجم يزداد الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي كلما ازدادت درجة الحرارة .

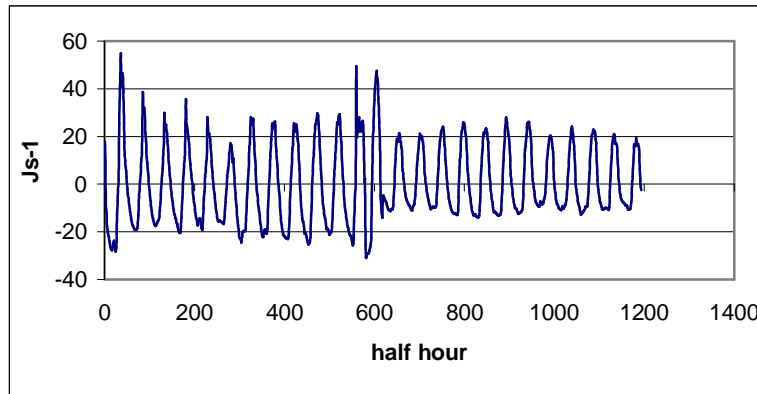
ويظهر من الشكل (32) وصول اقل قيمة لا فرق في ضغط بخار الماء الاشباعي ليلاً.

(و) التدفق الحراري للتربة

تم رصد درجات الحرارة على أعماق 10&5&1 سم داخل البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2006/6/21 - 2006/7/17 في منطقة الربة كل نصف ساعة، ثم حسبت قيم تدفق الطاقة الأرضية من خلال المعادلة:

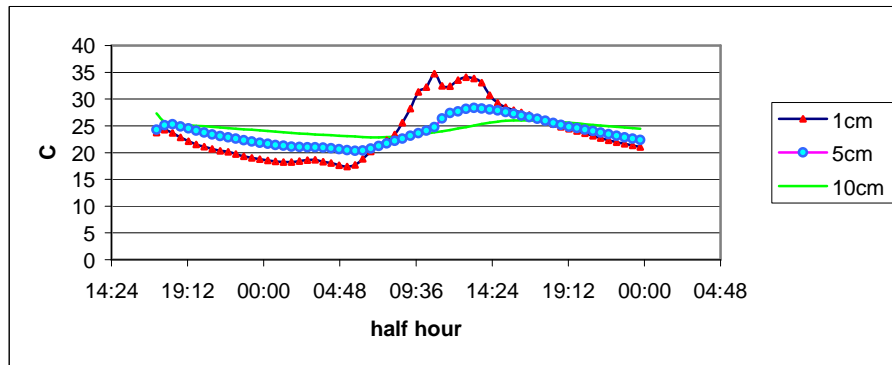
$$G = K_t (T_2 - T_1) / L \quad \text{-----} \quad (20)$$

ويظهر من الشكل (34) درجات الحرارة مقاسة كل نصف ساعة على أعماق 10&5&1 سم ويلاحظ الثبات النسبي لدرجة الحرارة على عمق 10 سم، وكان التغير في درجة الحرارة بين الليل والنهار كبيراً على عمق 1 سم.



شكل رقم (33)

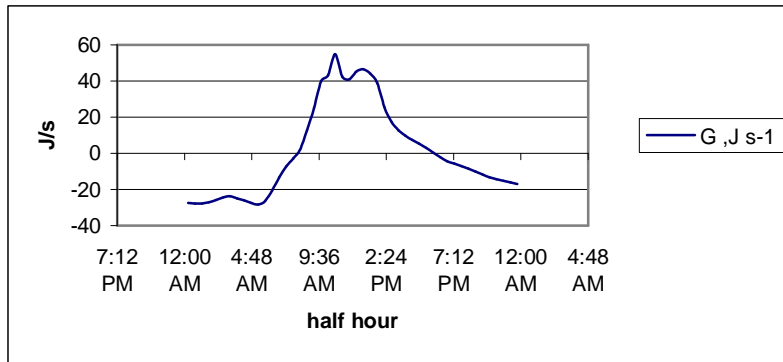
تدفق الطاقة الأرضي خلال الفترة 2006/6/21-2006/7/17م



شكل رقم (34)

التغير في درجة الحرارة ليوم واحد 2006/6/22م على اعماق 10&5&1 سم في منطقة الربة داخل البيت البلاستيكي مقاسة كل نصف ساعة

ويظهر من الشكل (35) إن التدفق الحراري للتربة داخل البيت البلاستيكي منخفضة نسبياً لثلاثة عوامل: 1 - انخفاض كمية الأشعة الشمسية الواصلة داخل البيت البلاستيكي لوجود الغطاء البلاستيكي الذي يحجب جزئياً الإشعاع الشمسي، 2 - انخفاض المدى الحراري اليومي لدرجة حرارة الهواء ضمن البيت البلاستيكي 3 - ارتفاع رطوبة التربة التي تزيد من التبخر وبالتالي انخفاض الطاقة المتاحة لرفع درجة حرارة السطح.



شكل رقم (35)

التدفق الحراري للتربة ليوم واحد 2006/6/22م في منطقة الربة داخل بيت بلاستيكي وعند سقوط الأشعة الشمسية على سطح الأرض فإن هذه الأشعة يحصل لها امتصاص وانعكاس وتشتت . والجزء الممتص يؤدي إلى 1- رفع درجة حرارة السطح الذي سقط عليه، حيث تنتقل الحرارة إلى الأسفل من خلال عملية التوصيل، ويتناسب معدل تدفق الطاقة من خلال التوصيل تناسباً طردياً مع معامل التوصيل للتربة وطول فترة الاضواء والاختلاف في درجة الحرارة بين سطح التربة وعمق معين. 2- تمتص جزيئات الماء جزءاً من الطاقة الشمسية الساقطة لتتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية حيث يلزم 2.45 ميغاجول/كغم من الماء عند درجة حرارة 15°س 3- جزء من الطاقة الكهرومغناطيسية الساقطة يتم إعادة اشعاعها على شكل إشعاع حراري طويل الموجة لا ينفذ من خلال الزجاج والبلاستيك.

ومن خلال تتبع العلاقة بين تدفق الطاقة الأرضي والتبخر نتج نوجز الملاحظات التالية: في منتصف الليل تكون درجة حرارة سطح التربة منخفضة، وتكون أقل منها على أعماق 5cm & 10cm فيكون انتقال الطاقة في هذا الوقت من

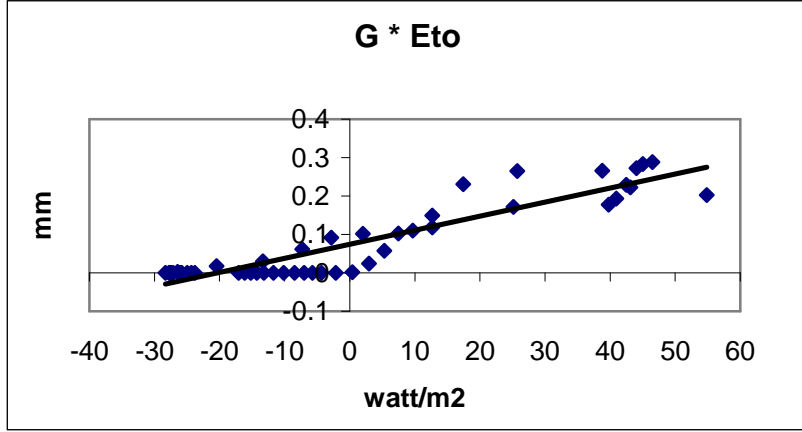
الأسفل إلى السطح وتستمر حتى الصباح، كما يظهر بالشكل (34) حيث تبدأ عملية تسخين سطح التربة بفعل الأشعة الضوئية مؤدياً إلى حدوث عملية انتقال معاكسة للطاقة، وتستمر حتى الغروب. ويشير الشكل (34) إلى الثبات النسبي لدرجات الحرارة على عمق 10cm كونها بعيدة عن التقلبات السريعة في درجة الحرارة. ويظهر من الشكل (34) انخفاض درجة حرارة السطح لأقل درجة حرارة خلال الساعتين الأخيرتين ولأدنى قيمة قبل شروق الشمس مباشرة. بحيث يكون تدفق الطاقة من الأسفل إلى الأعلى أكبر ما يمكن ثم بدء عملية تدفق الطاقة العكسي - من الأعلى إلى الأسفل - مع الساعات الأولى لشروق الشمس ليصل إلى أعلى قيمة بحدود الساعة الثانية بعد الظهر لتتخفض بعد ذلك لانخفاض شدة الإشعاع الشمسي. ويمكن كتابة الموازنة الإشعاعية (R_n) على سطح الأرض أثناء النهار على النحو التالي (العروود، 1997).

$$R_n = R_s (1 - \alpha) + L_D - L_U \quad \text{-----} \quad (27)$$

حيث تمثل R_s : الإشعاع الشمسي الواصل للسطح و α : معامل انعكاس السطح و L_D : الإشعاع الحراري القادم من الغلاف الجوي و L_U : الإشعاع الحراري المنبعث من سطح الأرض. وتكون الموازنة الإشعاعية موجبة أما خلال الليل فتكون الموازنة الإشعاعية على النحو التالي:

$$R_n = L_D - L_U \quad \text{-----} \quad (28)$$

وتكون الموازنة الإشعاعية سالبة. وتوضح الأشكال (29,30,33,34) ذلك. ويرتبط التدفق الحراري الأرضي بالإشعاع الشمسي الواصل لسطح الأرض من حيث كمية و اتجاه التدفق ويعتمد على ذلك التبخرنتح. حيث ان الطاقة الحرارية المنتقلة لأسفل تكون جزءاً من الطاقة الشمسية الساقطة وبالتالي تقلل خلال ساعات النهار من كمية التبخرنتح كما يبدو من الشكل (36). بحيث يمكن اعتبار قيمة التدفق الأرضي خلال يوم كامل صفراً تقريباً (Brown et al., 2001).

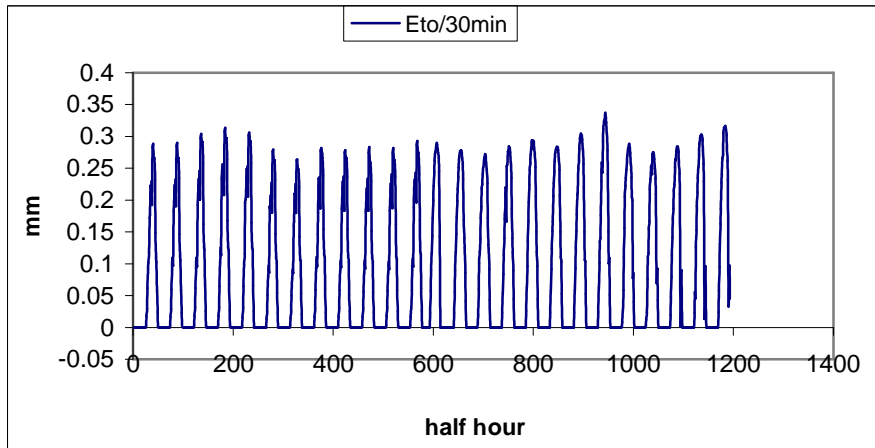


شكل رقم (36)

التبخرننتح مقابل تدفق الطاقة الأرضية داخل بيت بلاستيكي في منطقة الربة ليوم واحد كل نصف ساعة

ز) التبخرننتح

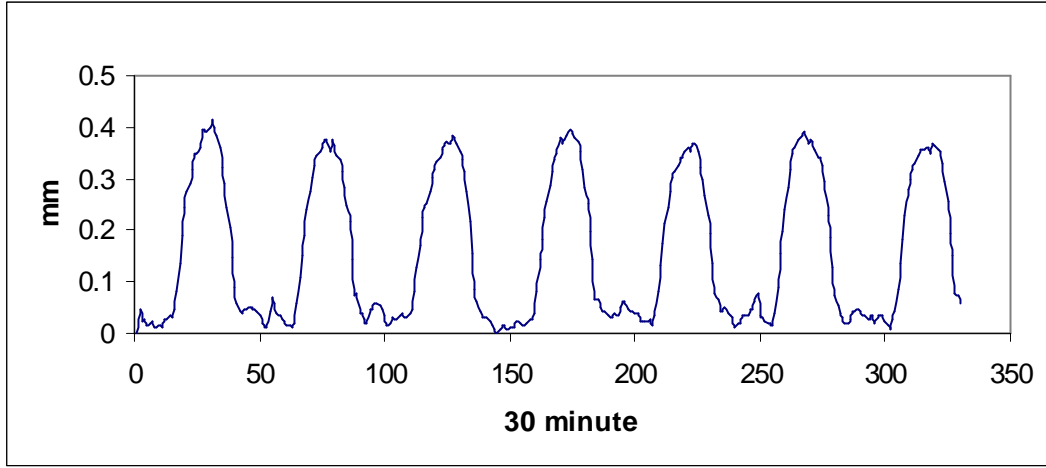
تراوحت كمية التبخرننتح داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربة خلال الفترة من 2006/6/21-2006/7/17م قيم قريبة جدا من الصفر - 0.34 ملم/نصف ساعة. ومعدل التبخرننتح بحدود 0.17 ملم/نصف ساعة. كما يوضح ذلك الشكل (37).



شكل رقم (37)

التبخرننتح داخل البيت البلاستيكي محسوبا كل نصف ساعة خلال الفترة من 2006/6/21-2006/7/17م

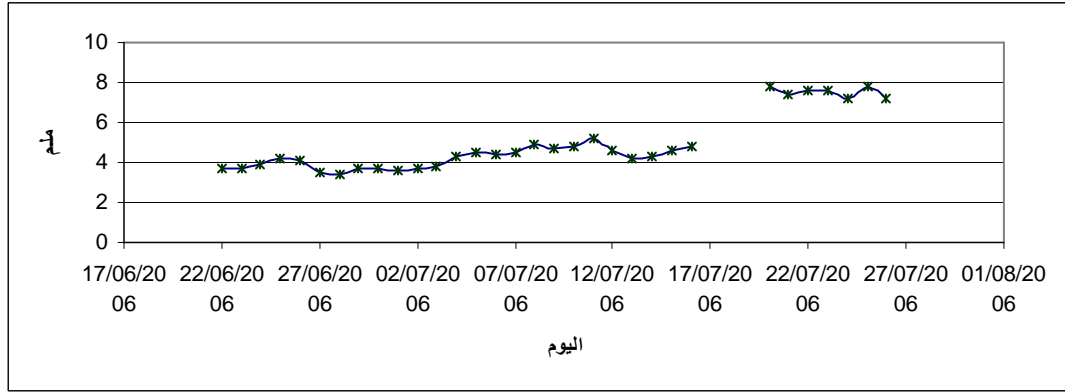
ويظهر من الشكل (38) تغير كمية التبخرننتح كل نصف ساعة خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة حيث تراوحت كمية التبخرننتح من حوالي الصفر - 0.46 ملم/نصف ساعة.



شكل رقم (38)

التبخرننتح مقدرًا كل نصف ساعة في منطقة الرية خلال الفترة من 2006/7/20-
2006/7/26م خارج البيت البلاستيكي.

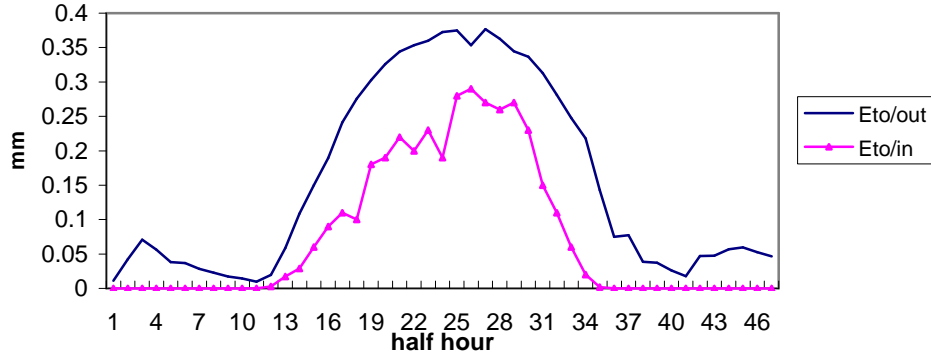
تراوحت كمية التبخرننتح اليومي داخل البيت البلاستيكي في منطقة الرية من
3.4-4.9mm/day ومعدل التبخرننتح حوالي 4.2mm/day وتراوحت كمية
التبخرننتح خارج البيت البلاستيكي من 8-8.9 mm/day وبلغ معدل التبخرننتح
8.5mm/day خلال فترة الدراسة كما يوضح الشكل رقم(39).



شكل رقم (39)

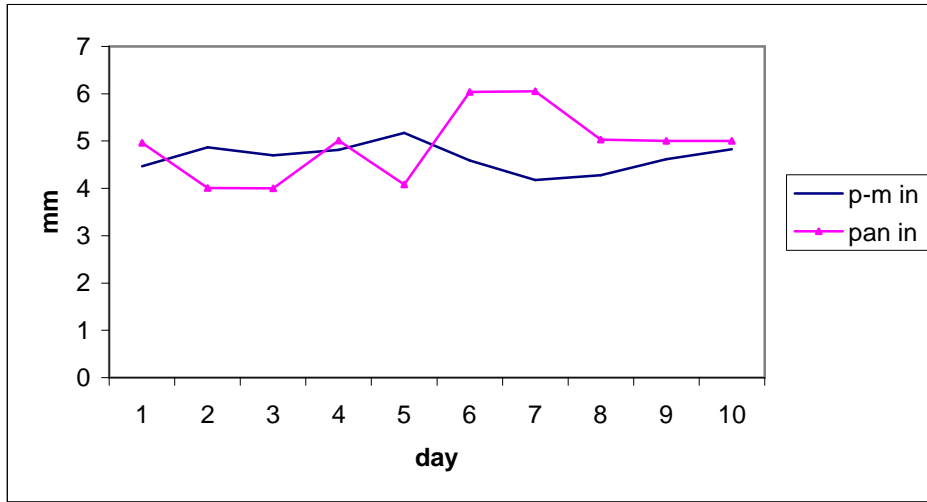
التبخرننتح اليومي المحسوب من خلال معادلة بنمان-مونتيث في منطقة الرية داخل البيت
البلاستيكي وخارجة خلال الفترة من 2006/6/22-2006/7/26م

ويتضح من الشكل (40) التغير الساعي لقيم التبخرننتح داخل وخارج البيت
البلاستيكي مقدرًا كل نصف ساعة ليوم واحد . حيث يظهر الفرق في قيم التبخرننتح
داخل وخارج البيت البلاستيكي . وبلغت نسبة التبخرننتح داخل البيت البلاستيكي
بالمقارنة مع خارجة %49. من خلال استخدام معادلات بنمان - مونتيث.



شكل رقم (40)

التبخرنطح المحسوب من خلال معادلة بنمان-مونتيث كل نصف ساعة داخل وخارج بيت بلاستيكي في منطقة الربة ليوم واحد.

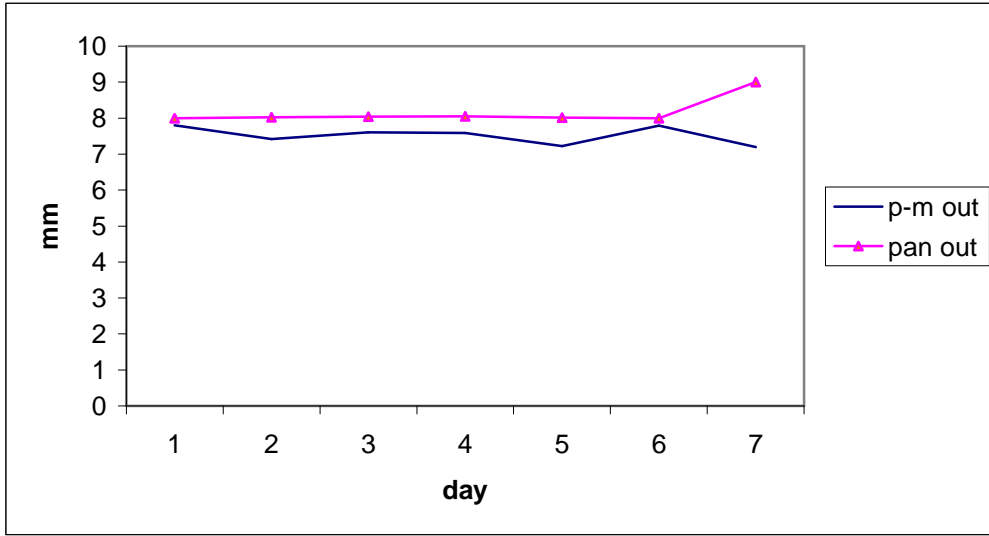


شكل رقم (41)

التبخرنطح المقدر من خلال حوض التبخر والمحسوب من خلال معادلة بنمان-مونتيث داخل البيت البلاستيكي

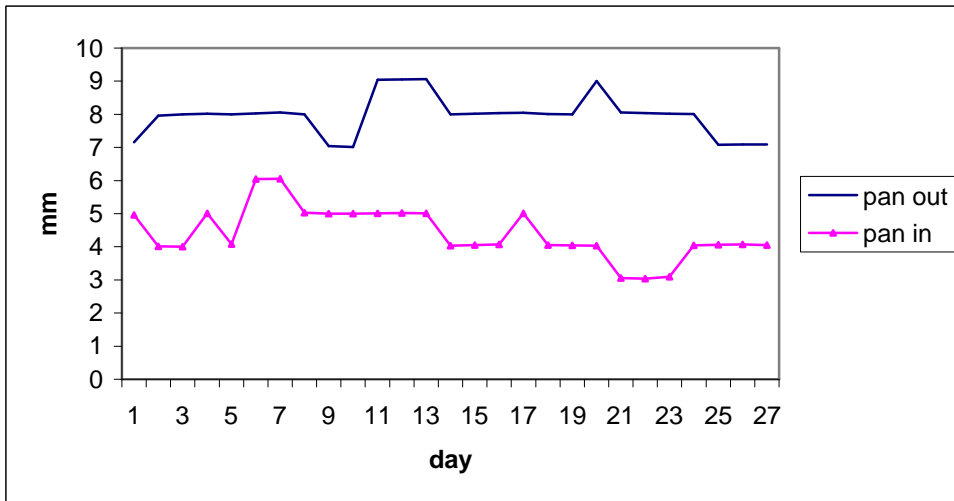
- ويبين الشكل رقم (41) التبخرنطح المحسوبة من خلال معادلة بنمان - مونتيث وقيم التبخرنطح المقدر من خلال حوض التبخر Class A pan. بلغ معدل التبخرنطح المحسوب من خلال معادلة بنمان - مونتيث داخل البيت البلاستيكي (4.2mm/day) في حين بلغ معدل كمية التبخرنطح اليومي المقدر من خلال حوض التبخر class A pan ضمن البيت البلاستيكي (4.4mm/day).
- أما خارج البيت البلاستيكي فقد كانت قيم التبخرنطح المقدر من خلال حوض التبخر والمحسوبة من خلال معادلة بنمان - مونتيث متقاربة كما يظهر من الشكل (42) فقد بلغ معدل التبخرنطح المحسوب من خلال معادلة بنمان - مونتيث حوالي

(5mm/day) حين بلغ معدل التبخرنتح المقدر من خلال حوض التبخر حوالي (8mm/day).



شكل رقم (42)

التبخرنتح اليومي المقدر من خلال حوض التبخر والمحسوب من خلال معادلة بنمان-مونتيث خارج البيت البلاستيكي



شكل رقم (43)

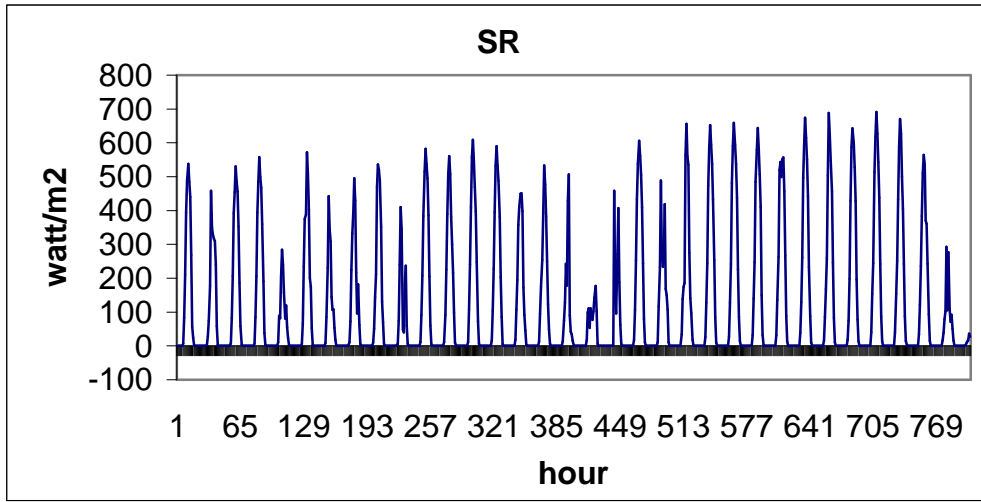
التبخرنتح المقدر من خلال حوض التبخر داخل وخارج البيت البلاستيكي
 بلغ معدل التبخر اليومي المقدر من خلال حوض التبخر داخل البيت البلاستيكي
 55% من معدل قيم التبخرنتح اليومي المقدر من خلال حوض التبخر خارج البيت
 البلاستيكي في منطقة الربة.

2.4 منطقة ديرعلا

1.2.4 العناصر الجوية

أ) صافي الإشعاع

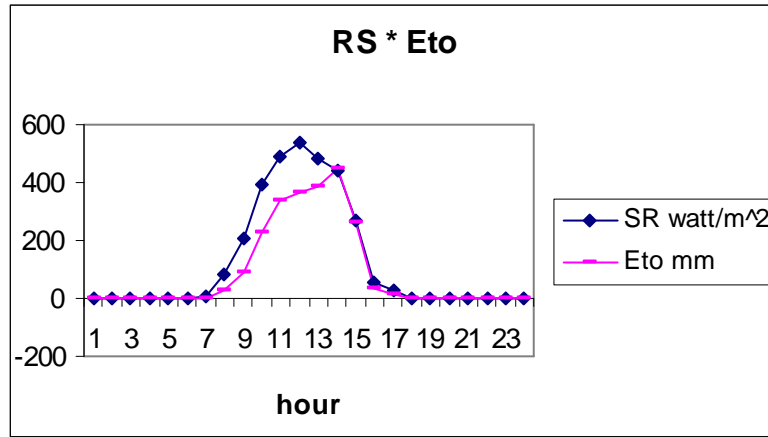
تم قياس الإشعاع الشمسي بمعدل كل ساعة داخل البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2007/2/9 - 2007/3/13 وقد كان معدل الإشعاع الشمسي خلال ساعات السطوع داخل البيت البلاستيكي خلال هذه الفترة (0.85 ميغا جول/م².ساعة) فيما بلغ معدل الإشعاع الشمسي اليومي خلال فترة الدراسة (10.8 ميغا جول/م²) ويوضح الشكل (44) التغير اليومي لقيم الإشعاع الشمسي داخل البيت البلاستيكي . ويظهر من الشكل تذبذب قيم الإشعاع الشمسي اليومي، ويعود ذلك لتقلب الظروف الجوية ووجود الغيوم خلال فترة الدراسة.



شكل رقم (44)

الإشعاع الشمسي داخل البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة من 2007/2/9 - 2007/3/13

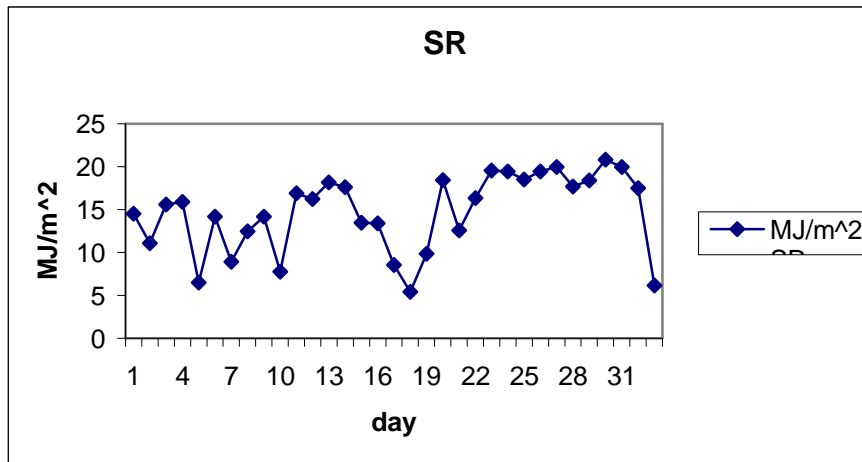
ويمكن تمثيل التغير الساعي لقيم التبخرنتح مع الإشعاع الشمسي ليوم واحد شكل (45)، حيث يظهر التماثل في تغير قيم التبخرنتح مع الإشعاع الشمسي.



شكل رقم (45)

التبخرننتح مضروبا ب 500 مقابل الإشعاع الشمسي مقاسا كل ساعة ليوم واحد
2007/2/10 داخل البيت البلاستيكي في منطقة دير علا

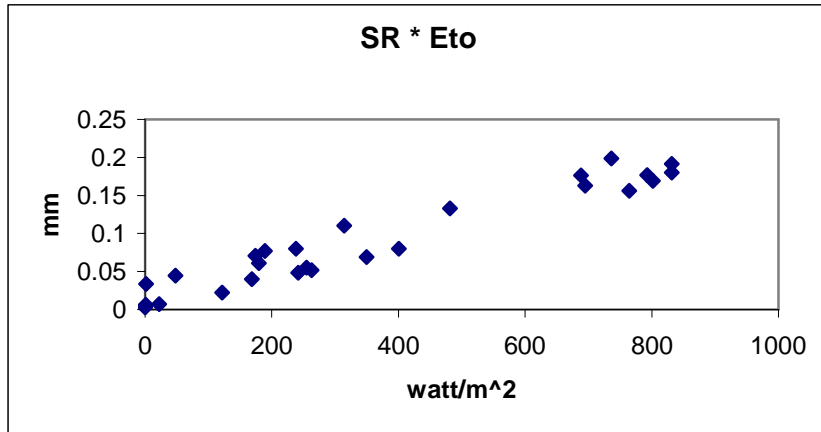
أما خارج البيت البلاستيكي فقد بلغ معدل الإشعاع الشمسي اليومي
14.7MJ/m² خلال الفترة من 2007/2/9-2007/3/13 وهي أكثر بنسبة 27%
منه داخل البيت البلاستيكي لنفس الفترة، وقد ينعكس ذلك على كمية التبخرننتح
اليومي الممكن. ويظهر من الشكل (46) تذبذبا كبيرا نسبيا خلال شهر شباط مقارنة
مع ثبات نسبي خلال شهر آذار . ويعود ذلك للحالة الجوية السائدة، بحيث يؤدي
وجود الغيوم إلى حجب جزء من الأشعة الضوئية الساقطة على سطح الأرض.



شكل رقم (46)

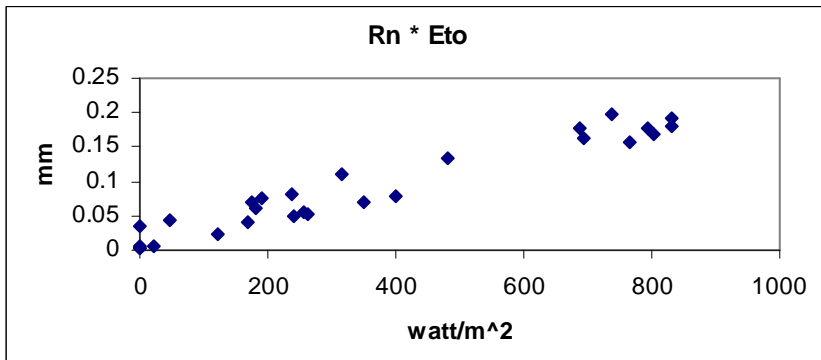
الإشعاع الشمسي في منطقة ديرعلا خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2007/2/9-
2007/3/13

كما تم قياس الإشعاع الشمسي كل نصف ساعة خلال الفترة من 2007/3/1-2007/3/21 خارج البيت البلاستيكي حيث كان معدل الإشعاع اليومي خلال هذه الفترة 16.5 MJ/m^2 ويمثل الشكلان (أ-47 & ب-47) التغير الساعي للإشعاع الشمسي مقابل التبخرنتح خلال فترة النهار ليوم 2007/3/2 وصافي الإشعاع مقابل التبخرنتح لنفس اليوم حيث تظهر العلاقة الطردية بينهما.



شكل رقم (47 -أ)

التبخرنتح مقابل الإشعاع الشمسي الساعي ليوم 2007/3/2 خلال ساعات النهار خارج البيت البلاستيكي

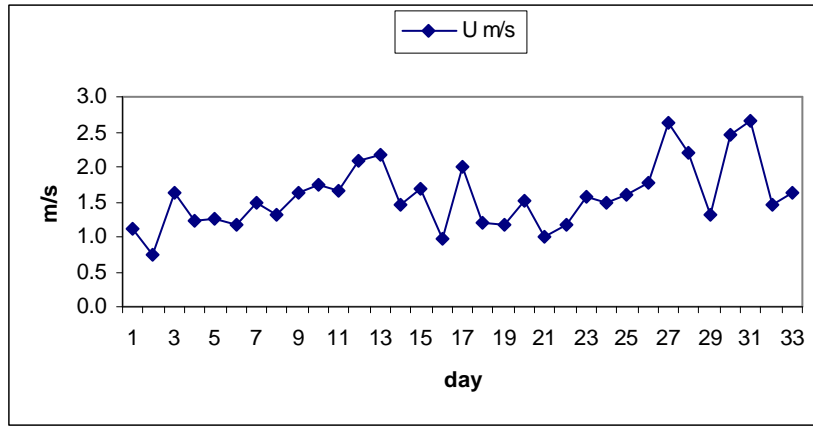


شكل رقم (47-ب)

التبخرنتح مقابل صافي الإشعاع الساعي ليوم 2007/3/2 خارج بيت بلاستيكي خلال ساعات النهار

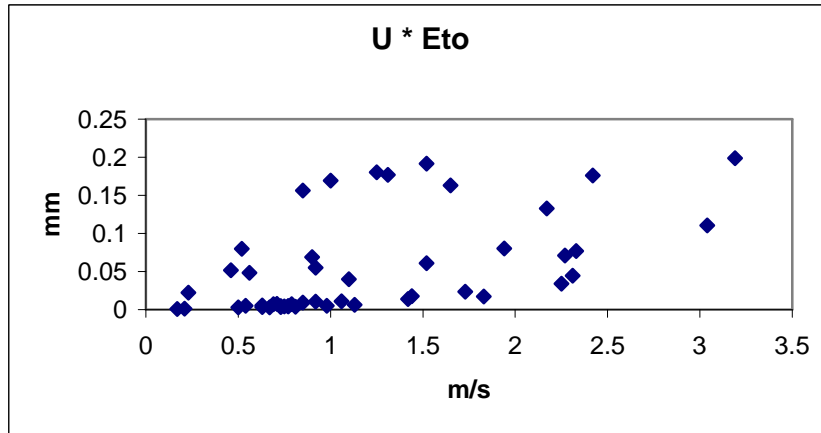
ب) سرعة الرياح

وفي منطقة دير علا تم قياس سرعة الرياح خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2007/2/9-2007/3/13 حيث بلغ المعدل اليومي لسرعة الرياح 1.6 م/ث. الشكل (48)



شكل رقم (48)

سرعة الرياح في منطقة ديرعلا خلال الفترة من 2007/3/13-2007/2/9
كما تم قياس سرعة الرياح بمعدل كل نصف ساعة خارج البيت البلاستيكي
خلال الفترة من 2007/3/1-2007/3/22 في منطقة ديرعلا التي تتميز بموقع
منخفض ومحاطة بالسلاسل الجبلية من الشرق والغرب وتخفض فيها سرعة
الرياح. ومن خلال الشكل (49) يوضح التغير الساعي لقيم التبخرنتح مقابل
سرعة الرياح، يظهر ارتباط ايجابي ضعيف بينهما.

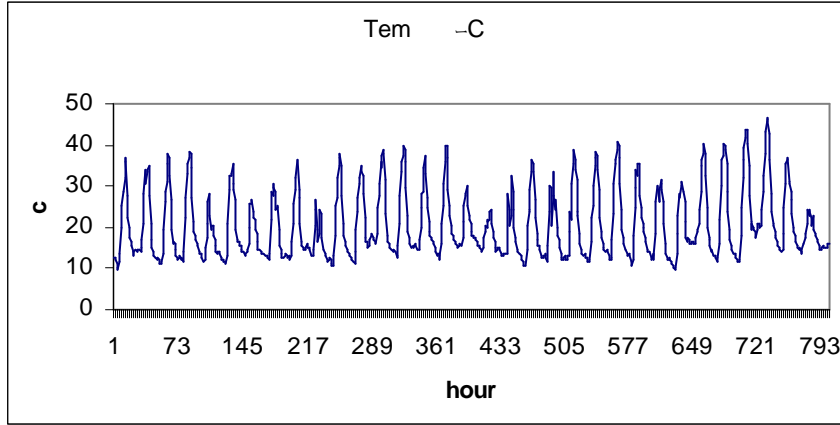


شكل رقم (49)

التغير الساعي للتبخرنتح مقابل سرعة الرياح ليوم 2007/3/2 في منطقة ديرعلا

ج) درجة الحرارة

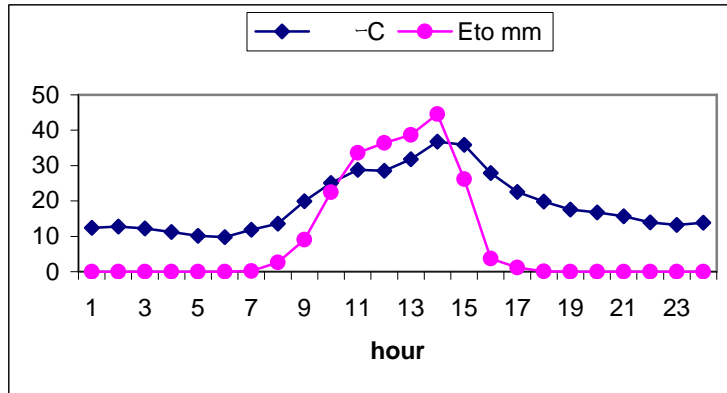
بلغ المعدل العام لدرجة الحرارة داخل البيت البلاستيكي خلال الفترة
2007/3/13-2007/2/9 20.4°C ويمثل الشكل (50) التغير اليومي لدرجات
الحرارة خلال فترة الدراسة مقاسة كل ساعة.



شكل رقم (50)

الدورة اليومية لدرجة حرارة الهواء في منطقة ديرعلا داخل البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2007/3/13 - 2007/2/9

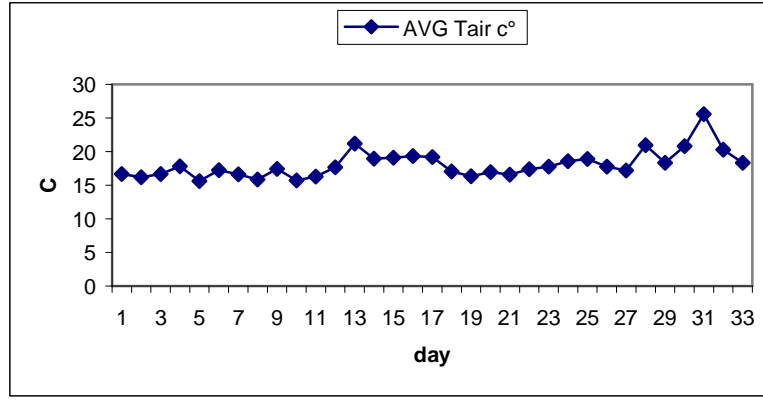
ويُظهر الشكل (51) التغير الساعي لقيم التبخرنتح مقابل درجة الحرارة مقاسة كل ساعة حيث يؤدي ازدياد درجة الحرارة إلى ازدياد إمكانية الهواء لاستيعاب كمية إضافية من جزيئات الماء وبالتالي زيادة التبخرنتح من السطوح الرطبة.



شكل رقم (51)

التبخرنتح مضروبا في 100 مقابل درجة الحرارة ليوم واحد 2007/2/10 داخل بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا

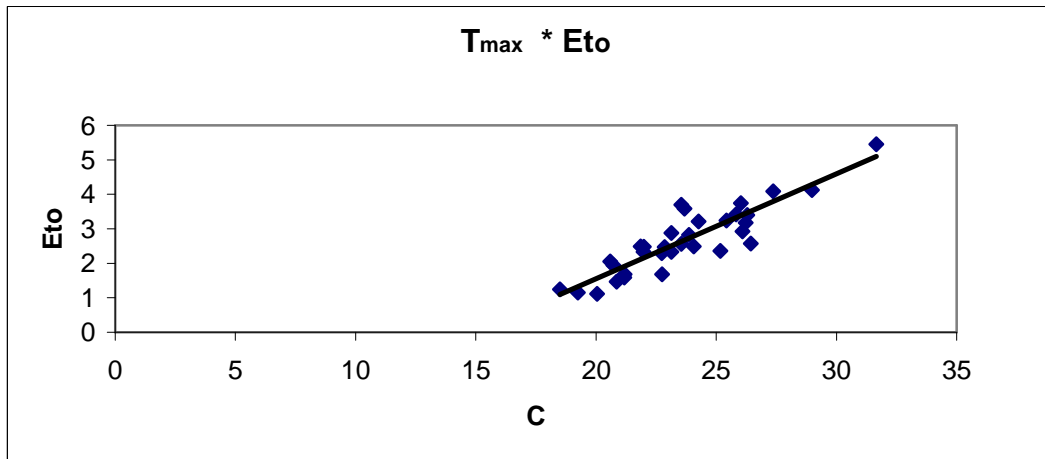
خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا كان معدل درجات الحرارة اليومية (18.1°C) ومنتظما تقريبا خلال فترة الدراسة كما يظهر من الشكل (52).



شكل رقم (52)

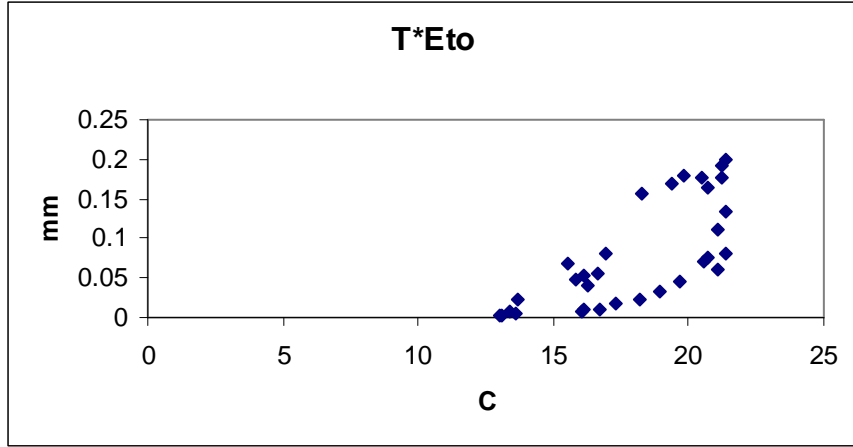
المعدل اليومي لدرجة حرارة الهواء خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة من 2007/3/13-2007/2/9

لقد كان الارتباط بين كمية التبخرنتح اليومية ودرجة الحرارة العظمى قويا كما يبدو من الشكل (53) إذ أن درجة حرارة الهواء هي انعكاس لقيم صافي الإشعاع الذي يؤثر كثيراً على التبخرنتح . ويوضح الشكل (54) التغير الساعي لقيم التبخرنتح مقابل درجة الحرارة خلال ساعات النهار للربط بين قيم التبخرنتح ودرجات الحرارة كون 95% من كمية التبخرنتح تحدث خلال النهار.



شكل رقم (53)

التبخرنتح اليومي مقابل درجة الحرارة العظمى خلال الفترة من 2007/3/13 -2007/2/9 خارج البيت البلاستيكي

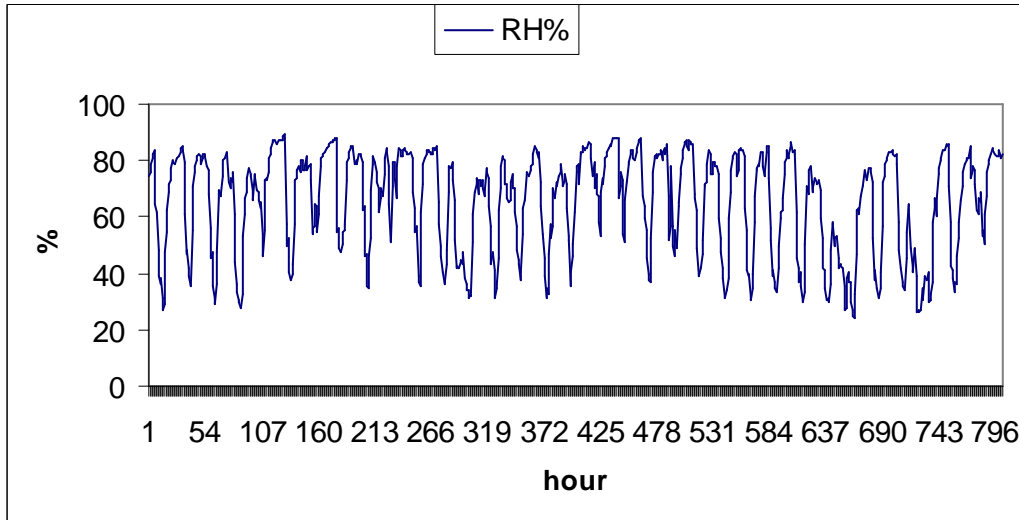


شكل رقم (54)

التبخرنتح الساعي مقابل درجة الحرارة خلال النهار ليوم 2007/3/2 خارج البيت البلاستيكي

(د) الرطوبة النسبية

كانت قيم الرطوبة النسبية في منطقة ديرعلا مرتفعة نسبيا خلال فترة الدراسة حيث كان معدلها 65.5% ويوضح الشكل (55) التغير اليومي لقيم الرطوبة النسبية خلال فترة الدراسة داخل البيت البلاستيكي.

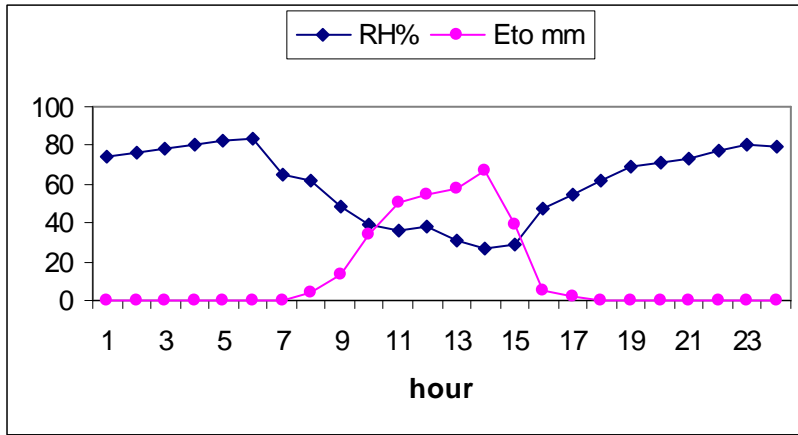


شكل رقم (55)

الرطوبة النسبية داخل بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة من 2007/2/1-

2007/3/13

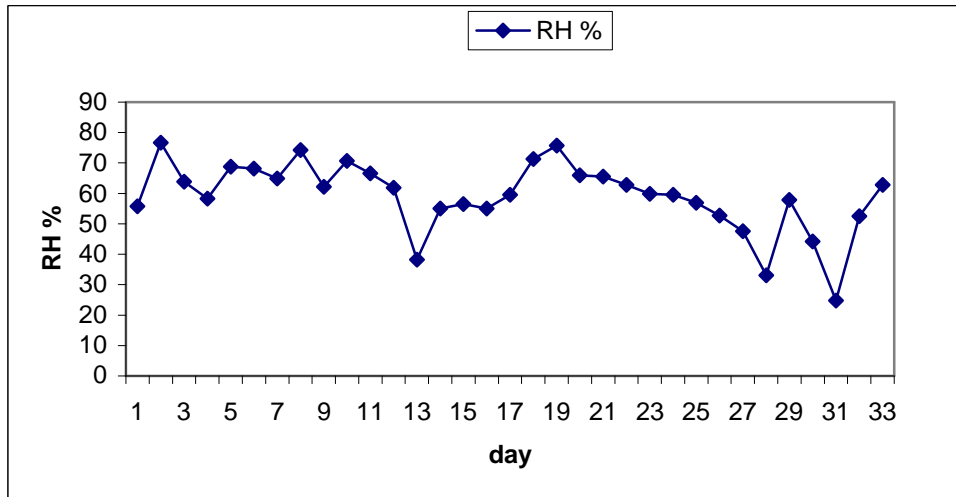
ويمكن ملاحظة العلاقة العكسية بين قيم التبخرنتح مع الرطوبة النسبية عند دراسة التغير الساعي لهما كما يظهر من الشكل (56)



شكل رقم (56)

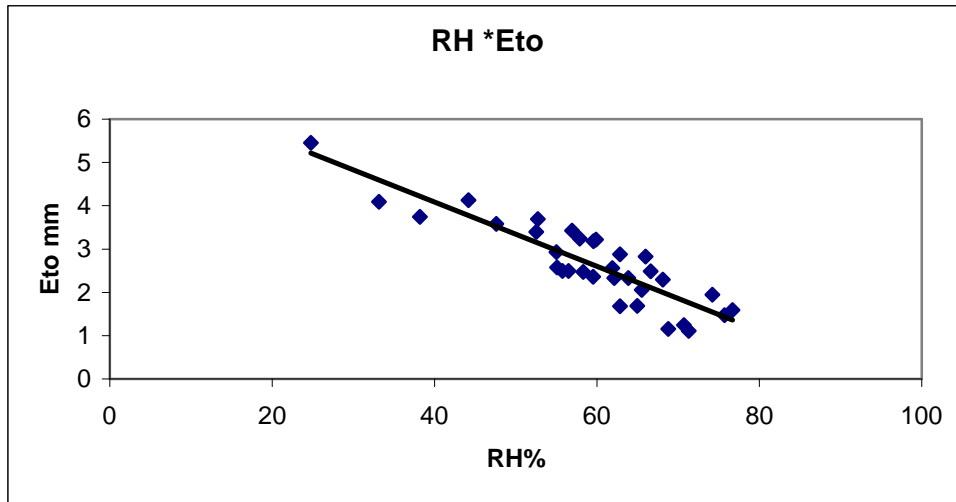
التبخرنتح مضروبا ب 100 مقابل الرطوبة النسبية ليوم واحد 2007/2/10 داخل بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا

أما خارج البيت البلاستيكي فقد كان معدل الرطوبة النسبية 59.1% وهي اقل بنسبة 10% عنها داخل البيت البلاستيكي . وخلال فترة الدراسة كانت المعدلات اليومية للرطوبة النسبية مرتفعة باستثناء أيام محددة تميزت بانخفاض في قيم الرطوبة النسبية بشكل واضح، ويعود ذلك لارتفاع درجة الحرارة كثيرا عن المعدل في تلك الأيام وهبوب رياح جافة كما يظهر من الشكل (57). وترتفع كمية التبخرنتح اليومية بشكل كبير في الأيام التي انخفضت بها الرطوبة النسبية،



شكل رقم (57)

الرطوبة النسبية خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة 2007/2/9- 2007/3/13



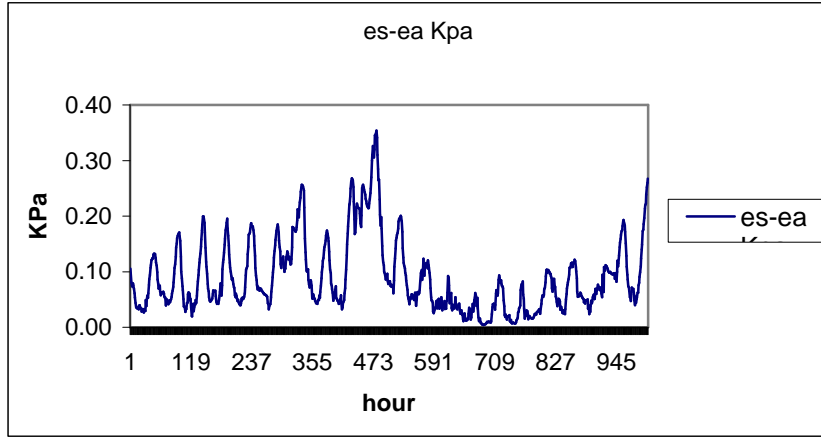
شكل رقم (58)

الرطوبة النسبية مقابل التبخرنتح اليومي خلال الفترة من 2007/2/9-2007/3/13 خارج البيت البلاستيكي

ومن خلال تتبع كمية التبخرنتح مقابل الرطوبة النسبية كل نصف ساعة ليوم واحد لتمثيل الدورة اليومية لكمية التبخرنتح مقابل الرطوبة النسبية، تظهر العلاقة العكسية بينهما بحيث تزداد كمية التبخرنتح لانخفاض الرطوبة النسبية نتيجة لارتفاع درجات الحرارة خلال ساعات النهار.

ه) الفرق في ضغط بخار الماء

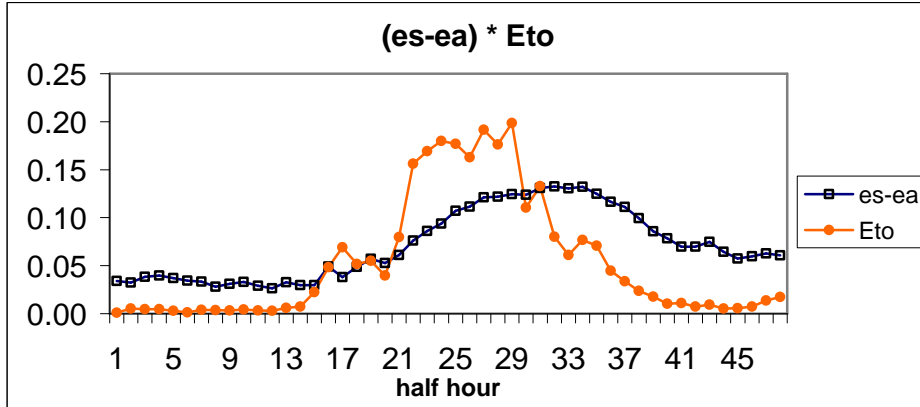
يكون للعجز في ضغط بخار الماء أهمية في زيادة أو نقصان كمية التبخرنتح الممكن في منطقة معينة، كما انه يعتبر مرآة تعكس صورة الظروف الجوية السائدة، فيتأثر بتغير درجات الحرارة وبالتالي الرطوبة النسبية لينعكس الأثر على كمية التبخرنتح الممكن كان هذا العامل أساسيا في معادلة دالتون ومعادلة بنمان - مونتيث لأهميته في تحديد قيم التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي . ويمثل الشكل (60) الدورة اليومية للفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي، حيث يظهر من الشكل ازدياد في قيم الفرق في ضغط بخار الماء ا لاشباعي للأيام - 2007/3/9 - 2007/3/11 -متناظرا مع ارتفاع في درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية لنفس الفترة.



شكل رقم (60)

الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي خارج البيت البلاستيكي خلال الفترة من 2007/3/1-
2007/3/22

ومن خلال تتبع التغير الساعي لقيم التبخرنتح مقابل الفرق في ضغط بخار الماء
الاشباعي خارج البيت البلاستيكي تظهر العلاقة الطردية بينهما كما في الشكل
(61).



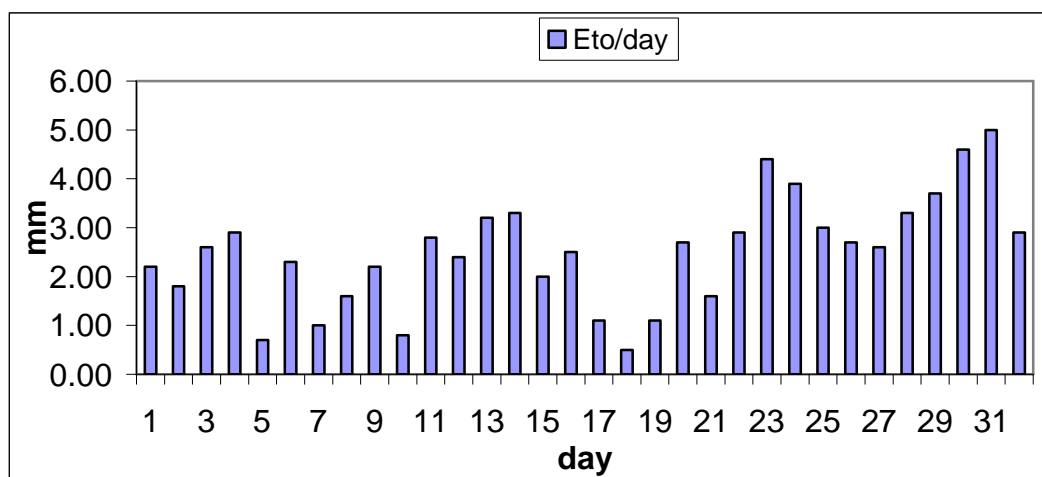
شكل رقم (61)

التغير كل نصف ساعة في قيم التبخرنتح مقابل الفرق في ضغط بخار الماء الاشباعي خارج
البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا

(و) التبخرنتح

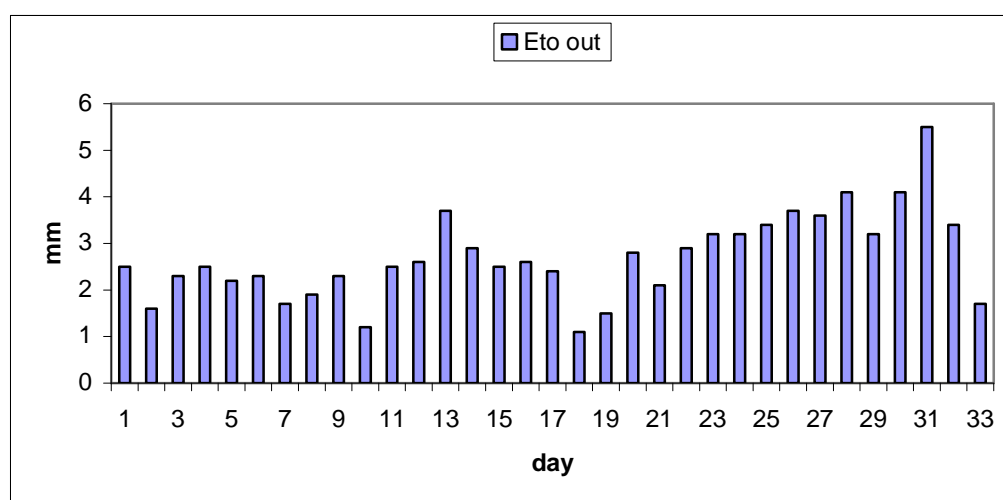
حسبت قيم التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي وخارجة في منطقة ديرعلا من
خلال معادلة بنمان -مونيث. ويشير الشكل (62) إلى التذبذب في قيم التبخرنتح
داخل البيت البلاستيكي ويعود الاختلاف في قيم التبخرنتح اليومي إلى التغير في
الحالة الجوية السائدة في تلك المنطقة خلال فترة الدراسة . وقد بلغ معدل التبخرنتح

2.5mm/day داخل البيت البلاستيكي خلال فترة الدراسة 2007/2/9 -
 2007/3/13 . في حين كان معدل التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي
 2.9mm/day حيث كان التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي اقل بنسبة 14%
 بالمقارنة مع خارج البيت البلاستيكي.



شكل رقم (62)

التبخرنتح مقدرا كل ساعة داخل بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا من 2007/2/9 -
 2007/3/13

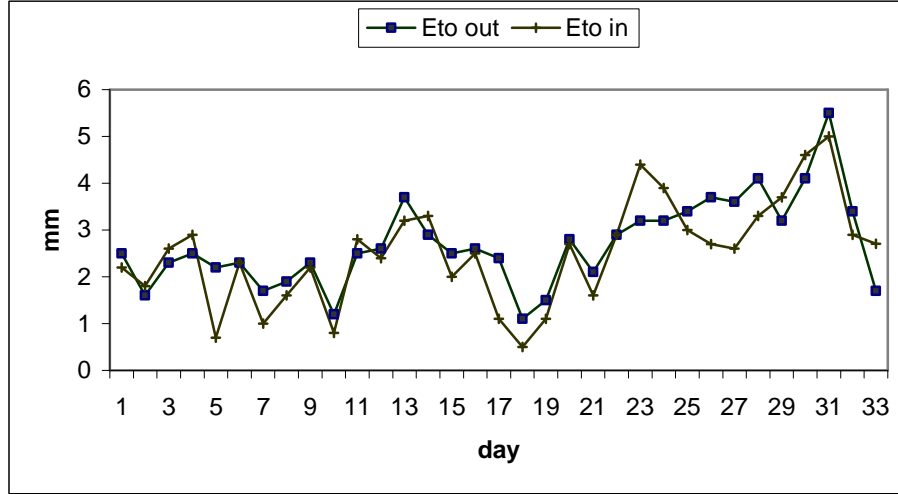


شكل رقم (63)

التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة من 2007/3/13-2007/2/9

ويوضح الشكل (64) قيم التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي وخارجة خلال
 فترة الدراسة حيث يظهر التقارب بين قيم التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي

وخارجة خلال هذه الفترة ويعود ذلك للأسباب التالية: (1) ارتفاع درجة الحرارة داخل البيت البلاستيكي مقارنة مع خارجه (2) ارتفاع قيم الرطوبة النسبية خلال تلك الفترة خارج البيت البلاستيكي بسبب موسم سقوط الأمطار (3) انخفاض سرعة الرياح في تلك المنطقة بسبب طبيعة التضاريس للمنطقة من حيث انخفاضها عن مستوى سطح البحر واحاطتها بالسلاسل الجبلية بحيث تشكل مصدات طبيعية.



شكل رقم (64)

التبخرنتح داخل وخارج بيت بلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال الفترة من 2007/2/9 - 2007/3/13

إن التبخرنتح في هذه الفترة منخفض وبما أن إنتاجية البيوت البلاستيكية تتراوح من 3-5 مرات أكثر مما هو عليه خارج هذه البيوت فإن ذلك يشير إلى الأهمية الاقتصادية العظيمة لهذه البيوت لزيادة الناتج وبالتالي المردود الاقتصادي لهذه المنشآت الزراعية.

الفصل الخامس الخاتمة والتوصيات

1.5 الخاتمة

1- بلغ معدل التبخرنتح القياسي E_{to} المحسوب من خلال معادلة بنمان - مونتيث داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربة 4.2mm/day فيما كان معدل كمية التبخرنتح المحسوب خارج البيت البلاستيكي حوالي 8.5mm/day حيث شكل التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي ما نسبته 49% من معدل التبخرنتح المحسوب خارج البيت البلاستيكي. وكان معدل التبخر المقدر من خلال حوض التبخر داخل البيت البلاستيكي في منطقة الربة 4.4mm/day فيما بلغت كمية التبخر المقدر من خلال حوض التبخر خارج البيت البلاستيكي بحدود 8mm/day . ولا توجد فروق كبيرة بين القيم المقدر من خلال حوض التبخر Class A pan والمقيل المحسوبة من خلال معادلة بنمان - مونتيث لحساب التبخرنتح القياسي E_{to} اليومي داخل وخارج البيت البلاستيكي حيث توافقت النتائج النظرية مع النتائج التجريبية.

2- بلغ معدل التبخرنتح القياسي المحسوب من خلال معادلة بنمان - مونتيث في منطقة ديرعلا داخل البيت البلاستيكي 2.5mm/day وكان معدل التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي 2.9mm/day بلغ التبخرنتح المتاح داخل البيت البلاستيكي 86% من قيمة التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا خلال موسم الزراعة الشتوية وانخفاض الحاجة إلى الري في هذه الفترة من السنة

3- انخفاض الفرق في نسبة التبخرنتح داخل البيت البلاستيكي مقارنة مع خارج البيت في منطقة ديرعلا وذلك للأسباب التالية : (أ) انتظام سقوط الأمطار خلال فترة الدراسة وبالتالي انخفاض نسب التبخر . (ب) ارتفاع قيم الرطوبة النسبية خارج البيت البلاستيكي حيث تؤدي إلى خفض التبخرنتح . (ج) ارتفاع درجات الحرارة داخل البيت البلاستيكي مقارنة مع خارج البيت بحيث يترتب على ذلك زيادة إمكانية التبخر نتح. (د) طبيعة تضاريس المنطقة من حيث انخفاضها عن

مستوى سطح البحر ووجود السلاسل الجبلية المحيطة يؤدي إلى خفض سرعة الرياح بشكل كبير، بحيث يترتب على انحسار دور الرياح في حفز التبخر من تلك المنطقة.

4- الزراعة المغطاة في الأردن تتركز في فصول الخريف والشتاء والربيع في منطقة الأغوار التي تنخفض بحدود 300م تحت مستوى سطح البحر وتسود فيها الأجواء الحارة وتتركز كذلك الزراعة المغطاة خلال فصلي الربيع والصيف في مناطق الشفا و الشفاغورية، التي يسود فيها مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط. وتستخدم البيوت البلاستيكية في المناطق الحارة لتعديل المناخ في تلك المناطق والتحكم به ليصبح مناسباً لزراعة محاصيل معينة، ويمكن استخدام البيوت البلاستيكية المتحكم بها لغرض خفض التبخر من خلال تبييض الغطاء البلاستيكي للتقليل من نفاذيته للضوء بوسائل شتى تؤدي إلى التقليل من كمية الإشعاع الشمسي النافذ إلى داخل البيت وبالتالي التقليل من درجة حرارة الهواء وكمية التبخرنتح الممكنة، فقد تسبب وجود عوائق على سطح البيت مثل الأتربة أو تغير لون الغطاء البلاستيكي بسبب تأثير العوامل الجوية عالية إلى التقليل من كمية الإشعاع الشمسي النافذ إلى داخل البيت البلاستيكي وبالتالي خفض درجة الحرارة والتقليل من كمية التبخرنتح.

5- تساعد الزراعة الكثيفة والعمودية في التقليل من معدل التبخرنتح، في الوقت نفسه الذي تزيد فيه إنتاجية 1م³ من المياه ووحدة المساحة، وهذا ما يميز الزراعة داخل البيت البلاستيكي عن خارجه.

6- هناك توافق كبير بين تغير الإشعاع الشمسي داخل البيت البلاستيكي وخارجه مع كمية التبخرنتح المحسوبة من خلال معادلة بنمان -مونتيث، ويعود ذلك إلى أن الإشعاع الشمسي يمثل الطاقة اللازمة لتحويل جزيئات الماء من حالة السيولة إلى الحالة الغازية وقد بلغ معامل ارتباط التبخرنتح المحسوب من خلال معادلة بنمان -مونتيث مع صافي الإشعاع في منطقة الربة 0.90.

7- ظهر اثر الرياح واضحا في زيادة التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة لدورة الفعال في عملية تحريك الطبقة السطحية الملامسة لسطح التبخر،

بحيث يعمل على تحفيز عملية التبخرنتح في حين يكون تأثيره داخل البيت البلاستيكي قليل جدا، وقد بلغ معامل ارتباط التبخرنتح بسرعة الرياح 0.38. كما- اثر الرياح ضعيفا في زيادة التبخرنتح خارج البيت البلاستيكي في منطقة ديرعلا ويعود ذلك لطبيعة المنطقة من حيث انخفاضها عن مستوى سطح البحر ووجود سلاسل جبلية تعمل كمصدات طبيعية.

9- تزيد الرطوبة النسبية داخل البيت البلاستيكي بحوالي 8% عما هو خارج البيت البلاستيكي في منطقة الربة خلال فترة الدراسة، وتتناسب كمية التبخرنتح تناسبا عكسيا مع الزيادة في الرطوبة النسبية، حيث كان معامل ارتباط التبخرنتح المقدر من خلال حوض التبخر وقيم الرطوبة النسبية 0.64-.

10- التبخرنتح وبالتالي الاحتياجات المائية لـ لمحاصيل المزروعة داخل البيت البلاستيكي منطقة الشرق الأوسط اقل منة بالنسبة للمحاصيل المزروعة خارج البيت البلاستيكي حسب نتائج هذه الدراسة، والدراسات الأخرى فقد بلغ التبخر داخل البيت البلاستيكي حوالي 36% من قيمة التبخر من الحقل المكشوف في منطقة ديرعلا لمحصول الفاصوليا حسب دراسة (مزاهرة وآخرون، 2002) وبحودود 30-40% حسب دراسة (Fernandez., 2000). وهذا يعطي إشارة واضحة لأهمية البيوت البلاستيكية لترشيد استهلاك المياه وزيادة إنتاجية وحدة المساحة من الأرض ووحدة الحجم من المياه المستعملة.

المراجع

المراجع العربية

- ابوت، مايكل.م وفان نيس، هندريك.س(1992):**الديناميكا الحرارية**، الدار الدولية للنشر والتوزيع، طبعة الثانية، ص136 جامعة الموصل.
- ابو الفتوح.حسن(1995): **علم البيئة** مطابع جامعة الملك سعود . الطبعة الثانية.ص2
- الشمي.حسن محمد(2004):**الاحتياجات المائية للمحاصيل** .مطابع المكتبة المصرية، الطبعة الأولى.ص9
- الصالح، سعدية عاكول؛ الغريري، عبد العباس فزيخ(2004): **البيئة والمياه**. دار صفاء للنشر والتوزيع-عمان الطبعة الأولى.38-40.
- العروء،إبراهيم(1997):**مبادئ المناخ الطبيعي**، الطبعة الأولى، دار الشروق، عمان.
- العروء،إبراهيم(2001): **التغير للمناحي في الميزان** ، الطبعة الأولى ، دار البهجة، اربد، الأردن .ص113
- العروء.إبراهيم(2002): **مبادئ الجغرافيا الطبيعية**، الطبعة الأولى، ص97-157
- درادكةخليفة عبد الحافظ(2000):**هيدرولوجية المياه الجوفية ومبادئ في المياه السطحية**، الطبعة الأولى. جامعة البلقاء التطبيقية، ص92. الاردن.
- شتات ، فهمي عبد الفتاح (1997):**المشاتل وإكثار النباتات**، الطبعة الأولى، عمان
- عبد لرحمن، مجراب(1983): **دراسة التبخر والنتح الممكنين لشمال الجزائر**، رسالة ماجستير غير منشورة. الجزائر
- مان، كيردكروس، وآخرون(1984):**المشاتل**مديرية دار الكتب للطباعة والنشر.بغداد
- مزاهره، نعيم؛ هيثم حمدان؛ محمد عايش؛ يوسف العلونة (2002) **تقدير الاستهلاك المائي ومعامل المحصول للفاصوليا داخل البيوت البلاستيكية** . مركز إقليمي دير علا للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا - الأردن.

موسى، علي (1982) **الموارد المائية وعلاقتها بالمناخ**. الطبعة الأولى ، دمشق،
ص13.

وزارة الزراعة، عمان (2005); بيانات زراعية غير منشورة.

ب - المراجع الأجنبية

- Agarwal, A.,(2001); Increasing water harvesting and conservation is the only way to ensure food security. **Down to Earth, Vol 10, No. 3**,pp.32-40
- Al arifi .A .,T.shart., P.P.ling., **Influence of Shading Ratio**, Air Velocity, and Evapotranspiration on Greenhouse Crop Microclimate. available on: www. Chapter 1 - Introduction to evapotranspiration. htm
- Albright, L.D., A.J. Both, and A.J. Chiu.,(2000); Controlling greenhouse light to a consistent daily integral. **Transactions of the ASAE 43(2)**,421-431.
- Albright, L.D., (1997); Greenhouse thermal environment and light control. In Plant Production in Closed Ecosystems, E. Goto et al. (eds.). **Kluwer Academic Publishers, the Netherlands**, pp. 33-47.
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith., (1998); Crop Evapotranspiration. **FAO Irrigation and Drainage P 56**, Rome.
- Allen,S.J., (1990); Measurement and estimation of evaporation from soil under parse barley crops in northern Syria. **Agricultural and Forest Meteorology**. Available on; www .Greenhouse Management Online.htm
- Anghellini, C.,(2000); Evapotranspiration in greenhouses with special reference to mediterranean conditions. **ISHS Acta Horticulturae, 53**;335
- Baille.M,Baille.A,Delmon.D.,(1994); Microclimate and transpiration of greenhouse rose crops. **Agricultural and Forest Meteorology. 71**;83- 97.
- Bakker,J.C.,(1990); Effects of day and night humidity on yield and fruit quality of glasshouse tomatoes .**J.Hortic. Sci.,65** :323-331.

- Bakker, J.C., (1991); Leaf conductance of four glasshouse vegetable crops as affected by air humidity. **Agric. For. Meteorol.**, **55** :23-36.
- Baumgartner, A. and Reichel, e., (1975); **World Water Balance**: Mean Annual Global, Continental and Maritime Precipitation, Evaporation and Run-off. Elsevier, Amsterdam .available on; : [www .Greenhouse Management Online.htm](http://www.GreenhouseManagementOnline.htm)
- Blanco, F.F; Folegatti, M.V., (2004); Evaluation of evaporation- measuring equipments for estimating evapotranspiration within a greenhouse. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, **Vol.8**, 184-188.
- Both, A.J., (1995); **Dynamic simulation of supplemental lighting for greenhouse hydroponic lettuce production**. Ph.D. Dissertation. Cornell University Libraries, Ithaca, NY 14853. 172 pp.
- Both, A.J., L.D. Albright, R.W. Langhans, R.A. Reiser, and B.G. Vinzant. (1997); Hydroponic lettuce production influenced by integrated supplemental light levels in a controlled environment agriculture facility: experimental results. **Acta Horticulturae** **418**:45-51.
- Boulard, T. and Baille, A., (1987); Analysis of thermal performance of greenhouse as solar collector. **Energy Agric.**, **6**:17-26.
- Boulard, T. and Baille, A., (1993); A simple greenhouse climate control model incorporating effects of ventilation and evaporative cooling. **Agricultural and Forest Meteorology.**, **65**:145-157.
- Boulard, T; Razafinjohany, E; Baille, A., (1988); Heat and Water vapour transfer in greenhouse with an underground heat storage system. Part 1 .Experimental results. **Agricultural and Forest Meteorology**. Available on; [www .Greenhouse Management Online.htm](http://www.GreenhouseManagementOnline.htm)
- Briassoulis, D. Waaijenberg, D., Gratraud, J. Von Eslnier, B .1997. Mechanical properties of covering materials for greenhouses. Part 1. General overview. **J. Agric. Eng. Res.** **67**, 81-96.

- Businger, J.A., (1963); The glasshouse (Greenhouse) Climate, **institute of Horticultural Engineering Wageningen**, The Netherlands.
- Ciolkosz, D.E. and L.D. Albright., (1997); **Evaluation of whole plant transpiration as affected by greenhouse air movement**. ASAE paper No. 974029. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659, USA. 18 pp.
- Ciolkosz, D.E., L.D. Albright, and A.J. Both., (1998); Characterizing evapotranspiration in a greenhouse lettuce crop. **Acta Horticulturae** **456**:255-261.
- Donatelli, M., Bellocchi G., Carlini L., (2005); Sharing knowledge via software components: models on reference evapotranspiration. **European Journal of Agronomy**. Available on; : [www .The WaterCycle Evapotranspiration, from USGS Water Science Basics.htm](http://www.watercycle.usgs.gov/resources/publications/pubs/2005/2005a.html)
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O., (1975); **Crop Water Requirement, Irrigation and Drainage** paper NO.24, fao Rome, Italy
- Enoch, H.Z.; Enoch, Y., (1999); **The history and geography of the greenhouse**. In: Stanhil, G., Enoch, H.Z. (Eds.), **Greenhouse Ecosystems of the World** 20. Elsevier, Amsterdam, pp.1-15.
- Eslner, B., (1997); Mechanical properties of covering materials for greenhouses .Part 1. General overview. **J. Agric. Eng. Res**, **67**, 81-96. Foukal, P., (1990); **Solar Astrophysics**. A Wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons, Inc P66.
- Guo SL, Wang JX, Xiong LH, Ying AW, Li DF., (2002); A macro-scale and semi-distributed monthly water balance model to predict climate change impacts in china. **J hydrol** **268**:1-15.
- Hagan, H., (1994); **Constraints to high efficiency in irrigation water management in the Jordan Valley, Proceedings of the regional**

seminar, Amman. Institute of Water Resources Management, Hydraulic and Rural.

Jackson, R.D., Reginato, R.L. and Idso, S.B., (1977); Wheat canopy temperature: a practical tool for evaluating water requirements. **Water Resour. Res.**, **13**: 651-656.

Joliet, O. and Bailey, B.J., 1992. The effect of climate on tomato transpiration in greenhouses: measurements and model comparison **Agric. For. Meteorol.**, **58**: 43-62.

Kimball, B.A., (1986); **A modular energy balance program including subroutines for greenhouses and other latent heat devices**, Agricultural Research Service, USA.

Levit, H.J.; Gaspar, R.; Piacentini, R.D., (1989); Simulation of greenhouse microclimate produced by earth tube heat exchangers. **Agricultural and Forest Meteorology**, **47**, 31-47.

Lu Zhang.; Lemeur, R., (1995): Evaluation of daily evapotranspiration estimates from instantaneous measurements. **Agricultural and Forest Meteorology**. **74**: 139-154.

Mazahrih, N.M. Shatawi, A. Abu-Awwat, A. Battiki, J. Sawwan and A. Fardous. (2001); Evapotranspiration Measurement and Modeling for Bermuda grass, Alfalfa, Cucumber, and Tomato Grown under Protected cultivation in the central Jordan valley. Ph. university of Jordan.

Mc Ginn, S.M.; King, K.M., (1990); Simultaneous measurements of heat, Water vapour and CO₂ fluxes above alfalfa and maize. **Agricultural and Forest Meteorology**. Available on; [www .The Earth's Water Budget storage and fluxes.htm](http://www.theearthswaterbudgetstorageandfluxes.htm)

Montero. J.I., Antón. A., Green house cooling during warm periods. **ISHS Acta Horticulturae 357**: Available on; [www.CIMIS - \[ET Overview\] .htm](http://www.CIMIS-ET-Overview.htm)

- Nakano, Y., Kuroda, M., (1998); Crop Canopy Models for Estimating Transpiration and Evaporation in Greenhouses. **ICID Journal**:1,22-24
- Orgaz, F.; Fernandez, M.D; Bonachela, S; Gallardo, M; Fereres, E., (2005); Evapotranspiration of horticultural crops in an unheated plastic greenhouse. **Agricultural Water Management**,72, 81-96.
- Oroud, I., (2001); Evaporation from the dead sea :past, present and future trends, **Abhath AL-Yarmouk**, 359-376.
- Oroud, I.M., (1997); Diurnal evaporation from fresh and hypersaline shallow ponds in a hot, dry environment. **Physical Geography**,18, 363-382.
- Oroud, I.M., (1998); The influence of heat conduction on evaporation from sunken pans in hot, dry environments. **J.Hydrol**,210,1-10.
- Pereira, A.R; Villa Nova, N.A.; Pereira, A.S.; Barbieri, V., (1995); A model for Class A pan coefficient. **Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, Vol.76, No.2**, p.75-82.
- Pereira, A.R; Nova, V; Nilson, A; Pereira, S.P; Barbieri, V., (1994); A model for the class A pan coefficient. **Agricultural and Forest Meteorology. 76**,75-82.
- Prinz, D. ; Malik, A. H., (2001); Water Conservation in Agriculture, FAO Training Course, Draft Version on CDROM, FAO, Rom.
- Prinz, D., (2000); **Global and European water challenges in the 21st century**. Keynote Speech, 3rd Inter-Regional conference on environment -water, "water resources management in the 21st Century", 1-3 June 2000, Budapest/Hungary.
- Soer, G.J.R., (1980); Estimation of regional evapotranspiration and soil moisture conditions using remotely sensed crop surface temperatures. **Remote Sens. Environ.**,9:27-45.
- Stanghellini, C., (1993); Mixed convection above greenhouse crop canopies. **Agricultural and Forest Meteorology**,66:111-117.

- Stanghellini. C.,T.D.Jong.,(1995); A model of humidity and its applications in a greenhouse. **Agricultural and Forest Meteorology** **76** , 129- 148.
- Van Bavel, C.H.M.; Fritschen, L.J.; Reeves, W.E., (1962); Transpiration by Sudan grass as an externally controlled process. **Science, Washington, No. 141**, p.269-270,.
- Von Eslner, B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mistriotis, A., von Zabeltitz, Chr., Gratraud, J., von ESLNER., (2000); Mechanical properties of covering materials for greenhouses. Part 1. General overview. **J. Agric. Eng. Res.** **67**, 81-96.
- Vossen, P., (1990); Algorithm for the simulation of bare sandy soil evaporation and its application for the assessment of planted areas in Botswana, **Agricultural and Forest Meteorology.**, **70**; 66-72
- Wolff, P. ; Stein T. M., (1998); Water efficiency and conservation in agriculture - opportunities and limitations. **Agriculture & Rural Development; vol 5; no 2**, 17-20; 8 ref.
- Xu. C.-Y., Singh. V.P., (2004); Evaluation of three complementary relationship evapotranspiration models by water balance approach to estimate actual regional evapotranspiration in different climatic regions. Department of Earth Sciences, Uppsala University, Villaväge Sweden. ,j. **Hydrology.**, **76**, 54-62
- Yadao K.L., (1994); **Fundamentals Of Gas Dynamics**. Romesh Chander Khanna. 2d edition. P5.
- Young. P.C., Lees. M.J., (1995); Simplicity out of complexity in glasshouse climate modeling. **ISHS Acta Horticulturae.**, **6**, 40.
- ¹"Evapotranspiration", *Microsoft® Encarta® Encyclopedia 2001*. © 1993-2000 Microsoft Corporation. All rights reserved.

¹"Transpiration",*Microsoft® Encarta® Encyclopedia 2001*. © 1993-2000
Microsoft Corporation. All rights reserved.

¹ Greenhouse ",*Microsoft® Encarta® Encyclopedia 2001*. © 1993-2000
Microsoft Corporation. All rights reserved.

¹"Evaporation",*Microsoft® Encarta® Encyclopedia 2001*. © 1993-2000
Microsoft Corporation. All rights reserved.